XLV Международная молодёжная научная конференция

«Гагаринские чтения – 2019»

Сборник тезисов докладов

Москва
2019

УДК 629.7.01

ББК 39.6
Г12

Г12 «Гагаринские чтения – 2019»: Сборник тезисов докладов. – М.: МАИ, 2019. – 1345 с.

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

УДК 629.7.01
ББК 39.6

© Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет), 2019

Приветствую участников Международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения»!

Конференция проходит в этом году в 45-ый раз, с неё начинали свой профессиональный путь многие выдающиеся деятели авиакосмической отрасли.

Для молодых учёных Гагаринские чтения – отличная площадка для представления проектных и исследовательских работ. В 2019 году география конференции охватывает более 130 городов 15 стран.

В своих исследованиях вы берётесь за решение актуальных и сложных научных задач, что позволяет надеяться на взятие новых рубежей отечественной авиационной наукой, на преемственность поколений учёных и инженеров.

Выражаю искреннюю благодарность вашим научным руководителям и наставникам, укрепляющим связи между поколениями, прививающим вам научно-техническую культуру.

МАИ – уникальный университет с творческой технической средой. Наши двери всегда открыты для пытливых умов и авторов новаторских идей. В МАИ созданы все условия для раскрытия вашего потенциала.

Желаю всем участникам конференции вдохновения, успехов, новых смелых идей и плодотворной работы!

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

Оглавление

Направление №1 Авиационные системы 5

Направление №2 Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки 107

Направление №3 Системы управления, информатика и электроэнергетика 174

Направление №4 Информационно-телекоммуникационные технологии авиационных, ракетных и космических систем 488

Направление №5 Ракетные и космические системы 558

Направление №6 Робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение 660

Направление №7 Математические методы в аэрокосмической науке и технике 696

Направление №8 Новые материалы и производственные технологии в области авиационной и ракетно-космической техники 759

Направление №9 Экономика и менеджмент предприятий аэрокосмического комплекса . 988

Филиалы МАИ «Восход» (г. Байконур) и «Взлёт» (г. Ахтубинск) 1293

International session (in English) 1305

Алфавитный указатель 1331

Направление №1 Авиационные системы

Секция №1.1 Аэродинамика

Способы уменьшения аэродинамического сопротивления несущей системы вертолета одновинтовой схемы

Артамонов С.П., Кутепов И.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Артамонов Б.Л.
МАИ, Москва
stepa.ff2011@yandex.ru

Цель работы.

Исследование состоит в том, чтобы определить способы уменьшения лобового сопротивления несущей системы вертолета, в частности, за счет капотирования или применения надвтулочного обтекателя.

Актуальность работы.

В настоящее время в вертолетостроении наметилась тенденция к увеличению скорости полета. Производители стремятся повысить аэродинамическое совершенство вертолета за счет уменьшения лобового сопротивления. Применяются убирающиеся шасси, плавные обводы, а также надвтулочные обтекатели. При помощи этих решений возможно улучшение летно-технических характеристик вертолета, что должно положительно сказаться на экономических показателях, которые очень важны в условиях современного рынка.

Предметом исследования являются отечественные вертолеты марки МИ.

Объектом исследования является втулка несущего винта, а также значение лобового сопротивления, вносимое несущей системой в общее сопротивление вертолета.

Задачи:

1. Изучение истории применения надвтулочных обтекателей в практике мирового вертолетостроения.
2. Сравнение и выявление недостатков существующих образцов обтекателей.
3. Возможность применения надвтулочных обтекателей на отечественных вертолетах.
4. Обоснование целесообразности применения различных способов капотирования несущей системы.

Гипотеза: возможно улучшить летно-технические характеристики вертолета, за счет меньшего аэродинамического сопротивления несущей системы.

Практическая значимость: данное исследование может пригодиться для дальнейших работ по модернизации существующих и созданию перспективных вертолетов.

Суть проблемы: сложность капотирования втулки несущего винта на средних и тяжелых вертолетах отечественного производства.

Вывод:

Были проведены исследования и расчеты, которые показали, что на вертолетах типа МИ-8 и МИ-28 имеется возможность установки надвтулочных обтекателей. В частности, удалось добиться значительного уменьшения лобового сопротивления, вносимого втулкой несущего винта. Были получены расчетные данные, которые свидетельствуют об улучшении летно-технических характеристик вертолета.

Расчёт нестационарных аэродинамических характеристик профиля лопасти несущего винта вертолёта методами CFD

Бунтов М.Ю., Илясов А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шомов А.И.
МАИ, Москва
Ya.buntowa@yandex.ru

Отличительной особенностью аэродинамики несущего винта вертолета при выполнении горизонтального полета является периодическое изменение условий обтекания его лопастей, нарастающее с ростом скорости полета. Известно, что при периодическом изменении по времени скорости потока и истинного угла атаки профиля в его аэродинамические характеристики существенный вклад вносят явления гистерезиса. В этом случае аэродинамические характеристики

профиля начинают изменяться с изменением параметров потока, то есть являются нестационарными. При этом изменение характеристик может не совпадать с известными результатами стационарных продувок аэродинамических профилей в аэродинамических трубах. Наиболее значительными эти различия становятся при кратковременном превышении критического угла атаки, когда наблюдается завышение, а не занижение как для стационарных продувок, максимального коэффициента подъёмной силы профиля. Это объясняется в первую очередь тем, что на спинке профиля образуются вихреобразования, не успевающие разрушиться за период изменения угла атаки или скорости. Успешное предсказание нестационарных течений, является важным вопросом при разработке лопастей винтов их профилей, обеспечивающих необходимые несущие свойства лопасти винта и её моментные характеристики в процессе нестационарного движения.

В работе исследованы аэродинамические характеристики профиля NACA 230-12. Расчеты проводились в двухмерной постановке на базе CFD-метода (computational. fluid dynamics) в пакете Ansys Fluent. На начальном этапе задача была разбита на два отдельных случая: в первом было рассмотрено изменение аэродинамических характеристик при меняющемся угле атаки профиля, а во втором – изменение характеристик при меняющейся скорости набегающего потока. В первом случае полученные расчётные характеристики сравнивались с экспериментальными данными, показав приемлемое совпадение, что говорит о возможности получения используемым методом CFD аэродинамических характеристик при нестационарном обтекании. Во втором случае такие сравнения не проводились в связи с отсутствием доступных экспериментальных данных. На завершающем этапе оба расчетных случая были объединены.

Таким образом, в результаты выполнения работы рассчитаны и проанализированы нестационарные аэродинамические характеристики профиля NACA 230-12 при одновременном периодическом изменении угла атаки и скорости набегающего потока. На примере проведенного исследования показано, что современные методы CFD являются перспективным инструментом, особенно незаменимым для задач труднореализуемых экспериментальным путем. Разработанная методика в дальнейшем может быть применена для получения нестационарных характеристик вертолетных профилей для уточнения разработанной на кафедре «Проектирование вертолетов» МАИ нелинейной лопастной вихревой модели винта вертолета.

Список литературы

1 Миль М.Л. и др. Вертолеты, расчет и проектирование. Том 1. Аэродинамика – М.: Машиностроение, 1966.

2 Горский И.П. Исследование распределения давления по крыловым профилям при больших скоростях // Труды ЦАГИ, 1946.

3 ANSYS Fluent 19.1 Theory Guide // 2018 ANSYS, Inc. Southpointe 2600 ANSYS Drive Canonsburg, PA 15317. ansysinfo@ansys.com http://www.ansys.com

4 Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей // Мир, 1991.

5 Игнаткин Ю.М., Константинов С.Г. Исследование аэродинамических характеристик профиля и законцовок лопасти несущего винта вертолёта методами CFD // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 57. www.mai.ru/science/trudy/

6 Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950.

7 ANSYS Fluent 19.1 Users Guide // 2018 ANSYS, Inc. Southpointe 2600 ANSYS Drive Canonsburg, PA 15317. ansysinfo@ansys.com http://www.ansys.com

8 CFD Online [Электронный ресурс] // https://www.cfd-online.com/Tools/yplus.php (дата обращения 30.11.2018)

9 Головкин В.А., Калявкин В.М. О некоторых особенностях нестационарного обтекания и аэродинамического нагружения лопасти тяжелонагруженного несущего винта // Труды ЦАГИ, 1975.

Методы исключения возможности колебания модели в аэродинамической трубе

Головина Е.С.

Научный руководитель — к.т.н. Левшонков Н.В.

КНИТУ-КАИ, Казань

Kat-golovina-vav@yandex.ru

При проектировании летательных аппаратов используется большое количество данных, полученных из аэродинамических продувок. Однако результаты продувок имеют некоторые неточности. Одной из причин таких неточностей является возникновение колебаний модели, помещенной в аэродинамическую трубу, под воздействием потока воздуха.

Целью работы является повышение точности результатов за счет моделирования собственных частот колебаний испытываемых тел.

Рассмотрим задачу на примере модели самолета, помещенного в аэродинамическую трубу и закрепленного с помощью подвески. Подвеска состоит из двух вертикальных тросов, соединённых с опорой посредством пружин и рычагов с уравновешивающими грузами. Горизонтальные тросы были предварительно натянуты с помощью пружин и соединены с корпусом модели при помощи качалки и подвижных втулок. Вертикальные тросы перекинуты через ролики и соединены с лебедками, находящимися на опоре. При этом с помощью грузов, перемещаемых вдоль рычагов, уравновешивают собственный вес модели, а посредством лебедок регулируют натяжение вертикальных тросов и устанавливают угол атаки модели. В ходе испытаний модели подвеска обеспечивает ей шесть степеней свободы. Перемещения в вертикальной плоскости зависят от эластичности пружин.

Необходимо уменьшить колебания как вертикальных, так и горизонтальных тросов.

В данной работе предложен наиболее простой и эффективный способ уменьшения горизонтальных колебаний – использование специальных многочастотных гасителей вибрации. Гаситель представляет собой два груза, соединенных гибкими элементами с зажимом, который плашкой жестко присоединяется к проводу. Грузики располагают по разные стороны относительно вертикальной оси зажима, обычно на разных расстояниях. Рассеяние энергии колебаний происходит вследствие взаимного трения проволочных спиралей тросика. Наиболее удачным является случай, когда грузики располагаются относительно вертикальной оси на различных расстояниях, так как опытным путем было выяснено, что гасители с несимметричными грузами имеют более равномерное распределение энергии рассеивания по диапазону рабочих частот. Благодаря этому появляется возможность гасить вибрации в широком диапазоне частот колебаний. Благодаря этому размеры гасителей могут быть существенно снижены.

Колебания вертикальных тросов предлагается уменьшить при помощи метода, основанного на уменьшении колебаний троса космического лифта. Так как колебания в аэродинамической трубе достаточно малы, то они являются периодическими. С помощью некоторых уравнений были вычислены функции собственных колебаний троса, а затем напряжения в нем. Было выяснено, что периодичность колебаний сохраняется при отклонении порядка десятков, т.е. для отклонения порядка 0.001 от длины. Трос может порваться, если вычисленное напряжение больше разрывного напряжения, которое является характеристикой материала, однако такой случай практически невозможен, так как номинальное напряжение выбирается с запасом прочности.

Проведенные вычисления показывают соответствие численных и аналитических расчетов. Получив описанные уравнения и результаты, было смоделировано испытание модели в аэродинамической трубе и проведены некоторые расчеты. Таким образом, были сравнивались как численные и аналитические результаты. Причем можно сделать вывод, что численные результаты дополняют аналитические. В результате, при проведении данной работы было проанализировано большое количество литературы, а методы уменьшения колебаний в различных условиях были перенесены и усовершенствованы в соответствии с поставленной задачей.

Список литературы

1. Крылосова, А.А. Об экспериментальных исследованиях макета глубоководного планера / Крылосова А.А., Гусев А.Л., Левшонков Н.В. // Фундаментальные и прикладные разработки в области технических и физико-математических наук. Сборник научных статей по итогам работы третьего международного круглого стола. 2018. С. 41-43.

2. Жерехов, В.В. Экспериментальные исследования влияния свободных границ потока на аэродинамические характеристики крупномасштабных моделей без механизации / Жерехов В.В., Ледянкина О.А. // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2012. № 2. С. 41-46.

3. Смирнова, С.И. Оценка и минимизация влияния различных поддерживающих устройств а интегральные аэродинамические характеристики моделей тел вращения и изолированных фюделяжей вертолетов в аэродинамической трубе малых скоростей / Смирнова С.И., Пахов В.В., Степанов Р.П., Жерехов В.В., Баракос Д. // Труды МАИ. 2014. № 73. С. 7.

4. Калачев, Г.В. Малые колебания троса космического лифта. / Калачев Г.В., Нуралиева А.Б., Чернов А.В. //Труды МФТИ. 2013. № 5(4). С. 2–7.

Численные исследования особенностей обтекания сегмента крыла с электрическим движителем

Кузин С.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кажан А.В.
ФГУП «ЦАГИ», Жуковский
sergei.a.kuzin@phystech.edu

Одним из требований, предъявляемым к разрабатываемым самолетам местных воздушных линий (МВЛ), является базирование на коротких малоподготовленных площадках, то есть обеспечение коротких дистанций взлета и посадки. Это особенно актуально в регионах со слаборазвитой транспортной инфраструктурой. В то же время для повышения эффективности авиационных перевозок требуется существенно увеличить скорость крейсерского полета самолетов МВЛ.

Гражданские самолеты вертикального взлета и посадки не получили широкого распространения. Причинами являются большой относительный вес силовой установки, приращение веса планера и лобового сопротивления, а также низкий уровень безопасности. Кроме того, для обеспечения вертикального взлета и посадки расходуется порядка 15…25% от запаса топлива на борту, которое не используется в полете на дальность.

Одним из возможных решений проблемы снижения взлетно-посадочных дистанций при одновременном увеличении скорости крейсерского полета может быть использование распределенной силовой установки, позволяющей достичь интегрального положительного эффекта за счет взаимного влияния крыла и двигателя. В настоящее время большое внимание уделяется разработке электрических двигателей большой мощности, генераторов электрического тока, приводимых газотурбинными или поршневыми двигателями, и внедрению их в качестве силовой установки для различного рода летательных аппаратов (ЛА). Ведущие исследовательские организации, такие как NASA (США), ONERA (Франция), Airbus Group работают над созданием летательного аппарата с гибридной или электрической распределенной силовой установкой уже несколько лет. Распределение электровентиляторных реактивных двигателей на поверхности отклоняемых закрылков в перспективе может существенно повысить взлетно-посадочные характеристики ЛА.

В работе представлены результаты расчетно-проектных исследований сегмента крыла с электровентиляторным реактивным движителем (ЭВРД). Объектами исследования являлись: сегмент крыла, интегрированный с ЭВРД, изолированный сегмент крыла, а также изолированный ЭВРД. Проводилось сравнение аэродинамических характеристик и картин обтекания, указанных компоновок на взлетном и крейсерских режимах полета.

В ходе решения задачи использовался программный комплекс ANSYS CFX, в основе которого лежит метод конечного объема. В стационарной постановке решались усредненные по Рейнольдсу уравнения Навье–Стокса, замкнутые SST моделью турбулентности с базовыми значениями параметров. Расчеты проводились на неструктурированных расчетных сетках, построенных в программном модуле ANSYS MESHING. Для разрешения пограничного слоя к поверхности исследуемого объекта проводилось автоматическое построение призматического слоя. Работа двигателя моделировалась активным диском.

В результате проведенных расчетов было получено, что на режимах взлета комбинация сегмента крыла с ЭВРД, расположенном на верхней части закрылка, создает подъемную силу, которая примерно в два раза больше суммарной подъемной силы изолированного сегмента крыла и двигателя за счет эффекта суперциркуляции. Также были проведены исследования возможности управления вектором тяги ЭВРД посредством использования второго звена закрылка. Его применение позволяет создать дополнительную подъемную силу и дополнительное сопротивление на режиме посадки. На разбеге, когда необходима максимальная продольная тяга силовой установки, второй закрылок целесообразно отклонить на отрицательные углы. Кроме того, наличие второго звена закрылка, обладающего высоким быстродействием, позволяет использовать его для балансировки в продольном канале. В ходе исследования было выявлено, что недостаточное расстояние от среза сопла ЭВРД до носка второго звена закрылка приводит к пережатию критического сечения сопла ЭВРД и, как следствие, к неблагоприятному режиму работы двигателя.

Расчетные исследования сегмента крыла с ЭВРД на крейсерском режиме полета показали наличие зон разгона потока на верхней поверхности крыла до сверхзвуковых скоростей. Данное явление объясняется влиянием ЭВРД на пограничный слой крыла. Также было отмечено, что и пограничный слой оказывает существенное влияние на течение в воздухозаборнике ЭВРД, в частности на неоднородность поля скорости перед вентилятором.

Таким образом, для исследования характеристик самолета с распределенной СУ необходимо более тщательное изучение взаимного влияния пограничного слоя крыла и ЭВРД с использованием различных способов моделирования работы вентилятора, а также параметрическая оптимизация геометрии и взаимного расположения сегмента крыла с ЭВРД.

Полученные результаты позволяют говорить о принципиальной реализуемости скоростного (600–800 км/ч) летательного аппарата с расширенными условиями базирования (длина ВПП менее 300 м).

Расчет коэффициентов интерференции при CFD-моделировании обтекания сверхзвукового летательного аппарата

Лавицкая Т.С., Волк К.В.
МАИ, Москва
tanyhtel@gmail.com

Задача расчета коэффициента интерференции и аэродинамической компоновки объекта в случае малогабаритных ЛА является одной из определяющих при выборе целевой компоновки таких объектов. Коэффициент интерференции при расчете аэродинамических характеристик объекта является параметром, учитывающим взаимное влияние частей объекта друг на друга, возникающее вследствие взаимодействия и изменения потоков, обтекающих составные элементы тела.

В работе представлены результаты численного моделирования обтекания оперенного тела набегающим сверхзвуковым потоком воздуха в CFD пакете Ansys Fluent. Исследуемая задача рассматривалась в трехмерной постановке, используемая математическая модель основывалась на решении усредненных уравнений Навье–Стокса, замкнутых с помощью SST k-w модели турбулентности. Заданные граничные условия, количество и размерность ячеек сетки, параметры окружающей среды (параметры моделируемого потока) позволяют обеспечить заданную точность расчетов при заданных мощностях вычислительных машин. Проанализированы результаты моделирования обтекания для тел с различным положением аэродинамических поверхностей относительно носа изделия, при этом рассматривалась как классическая схема, так и схема «утка».

По результатам расчета коэффициента интерференции сверхзвукового летательного аппарата по результатам CFD – моделирования могут определяться оптимальные компоновки летательного аппарата и уточняться аналитические методики расчета его аэродинамических характеристик на начальных этапах проектирования.

Расчетные исследования крыла экраноплана

Никитин М.И., Хайдаров Д.Р., Хайруллин А.Р.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ-КАИ, Казань
maksimnikitin89872293950@gmail.com

В данном исследовании были произведены расчеты ГДХ профиля clark-YH-12 на малой высоте над экраном при нулевом угле атаки.

Особенностью обтекания профиля при таких условиях является возникновение "эффекта Вентури", заключающегося в падении давления при протекании жидкости или газа через сужающуюся часть трубы. Данный эффект приводит к резкому снижению подъемной силы при приближении к экрану. Также при малых углах атаки учет вязко-невязкого взаимодействия приводит к увеличению подъемной силы по сравнению с данными потенциального обтекания. При таких условиях наблюдается снижение коэффициента подъемной силы Cy на 5–10% в зависимости от числа Рейнольдса. Вышеперечисленные обстоятельства указывают на необходимость учета данного взаимодействия, так как на малых высотах полета изменение Cy по сравнению с данными потенциального обтекания существенно зависят от угла атаки, кроме того, существенно изменяются характеристики пограничного слоя.

Вязко-невязкое взаимодействие внешнего потока и пограничного слоя (следа), рассчитанного на основе метода, предложенного Дробленковым и Каневским. Этот метод является итерационным. Нулевой итерацией служит расчет пограничного слоя в первом приближении и расчет вязкого следа за телом. Вычисляются величины добавочных нормальных скоростей, возникающих на границе внешнего невязкого потока и пограничного слоя (следа). На последующем приближении расчет ГДХ профиля производится с учетом добавочных скоростей. Расчет потенциального обтекания производится панельным методом. Расчет пограничного слоя выполняется интегральным методом предложенным, В.В. Амфилохиевым и Н.П. Мазаевой, в рамках которого расчитывается ламинарная

зона, зона ламинарно-турбулентного перехода и турбулентная зона вплоть до отрыва на каждой стороне профиля.

Заключение.

При приближении к экрану несущие способности крыла изменяются иначе, чем на больших высотах, при увеличении угла атаки Су сначала растет быстрее чем при потенциальном обтекании, примерно до угла 0,8 град, затем прирост уменьшается, коэффициент сопротивления при вязко-невязком взаимодействии меньше и уменьшается при увеличении числа Рейнольдса.

Список литературы

1. Ивантева Л.Г., Коновалов С.И., Павловец Г.А. Расчет аэродинамических характеристик профиля вблизи экрана при заданных значениях его геометрических параметров./Ученые записки ЦАГИ. 1980. Том XI. №2.

2. Блохин В.Н., Прохоров В.М., Кальянов П.С., Якимов А.К., Туманин А.В., Шабаров В.В. Применение методоввычислительного эксперимента для определения аэродинамических характеристик экраноплана на крейсерском режиме движения.-Математическое моделирование. Оптимальное управление// Вестник Нижегородского университета имени Н.И. Лобачевского, 2012. №3. с. 147–154.

3. Гулидова Ю.С. Обзор теорий и численных методов расчета аэродинамических характеристик крыла вблизи экрана. В сборнике: НАУКА. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. ОБОРОНА // Труды XVI Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 70-летию Победы Великой в Отечественной войне. 2015. С. 246–248.

Использование закрылка Гёрны для увеличения подъемной силы крыла

Сандипутра Д.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Маркин Н.Н.
МАИ, Москва
Giovanni.asjs@gmail.com

Закрылки Гёрны впервые использованы в сфере автоспорта в начале 1970 года. Закрылок получил название закрылок Гёрни, так как Дэн Гёрни, гонщик и победитель в разных сферах гонки, впервые активно разработал и применил его в заднем крыле своей гоночной машины. Закрылок представляет собой небольшую пластину, которая выступает из задней кромки крыла, обычно установлен под прямым углом перпендикулярно хорде в стороне меньшей скорости потока и имеет длину 1–2% хорда крыла. Он служит для создания дополнительной подъемной силы без использования сложной и комплексной геометрии с незначительным увеличением лобового сопротивления.

Закрылок уменьшает давление над крылом, увеличиват давление под крылом и обеспечивает ламинарный поток в концевой части крыла. Закрылок Гёрны создает вихрь перед самым закрылком и 2 вихря за крылом, которые вращаются в противоположные стороны, меняет условие Кутта и расширяет профиль обтекания крыла. Таким образом, закрылок обеспечивает сдвиг кривой подъемной силы вверх и позволяет такую же подъемную силу с углом атаки на 3 градуса меньше. Закрылок также может дать до 30% больше максимальной подъемной силы, чем крыло без закрылка. Так как закрылок Гёрны сильно увеличивает подъемную силу с малым увеличением лобового сопротивления, качество крыла существенно увеличивается. Он широко применяются и в автоспорте. Перспективно применение закрылка Гёрны и в авиастроении для увеличения диапазона изменения угла атаки. Закрылок Гёрны может быть использован в хвостовом оперении вертолета, на самолетах с толстым крылом, на самолетах, летающих при малом скоростном напоре, при котором потребуется создать большую подъемную силу. Из-за своей простоты применение этого закрылка не потребует существенного увеличения массы конструкции крыла, так как его можно применять без большого усиления прочности крыла и применения тяжелых гидроприводов выпуска закрылка, которые необходимы для других видов закрылков. Закрылок Гёрны может быть использован одновременно с другими видами закрылков.

Исследование аэродинамических характеристик крыла малоразмерного беспилотного летательного аппарата с использованием RANS-метода, дополненного различными моделями турбулентности

Сергеева Н.И., Пархаев Е.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Семенчиков Н.В.
МАИ, Москва
natasg@outlook.com

Сегодня одной из наиболее актуальных задач авиационной науки является проектирование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Их применение позволяет выполнять широкий спектр задач, не ограничиваясь физиологическими особенностями человека. Вместе с расширением сфер их применения развивается техническая составляющая аппаратов: предлагаются новые компоновочные решения, совершенствуются технические характеристики компонентов. Особенно стоит отметить класс малоразмерных беспилотных летательных аппаратов (МБПЛА). За последние десять лет этот класс претерпел большие изменения, в связи со значительным уменьшением габаритов, массы и стоимости радиоэлектронной аппаратуры. Стало возможным выполнение задач воздушной разведки посредством фото- и видеосъемки в режиме реального времени.

В настоящее время для моделирования обтекания и вычисления аэродинамических характеристик летательных аппаратов с учетом вязкости используются различные подходы. Первый подход представляет собой решение усредненных по времени уравнений Навье–Стокса по методу Рейнольдса с соответствующей техническому приложению моделью турбулентности. Это наиболее общий метод, применяемый для широкого класса задач внешней и внутренней аэродинамики. Основным недостатком данного подхода является потребность в большом количестве вычислительных ресурсов, при этом качество результатов расчета и их сходимость с экспериментом во многом определяются выбранной моделью турбулентности. Другой подход можно условно назвать методом особенностей, при котором невязкое обтекание моделируется посредством вихрей, источников и стоков и другими аэродинамическими особенностями. Расчет параметров пограничного слоя в таком случае осуществляется посредством методов вязко-невязкого взаимодействия, а ламинарно-турбулентный переход предсказывается в контексте моделей теории устойчивости. Данный подход гораздо менее затратный с точки зрения машинного времени, но применим только для ограниченного круга инженерных задач.

Специфика аэродинамики МБПЛА заключается в том, что режимы полета осуществляются при малых числах Рейнольдса $Re \leq 500\,000$. Силы вязкости потока в таком случае преобладают над силами инерции, что в конечном итоге приводит к образованию на несущих поверхностях МБПЛА ламинарно-турбулентного перехода с отрывом. Отрывные явления приводят к повышению коэффициента сопротивления на эксплуатируемых режимах полета. Аэродинамические коэффициенты претерпевают нелинейные изменения, которые во многом определяются положением перехода и размером области отрыва на крыле.

Для эффективного решения задачи проектирования крыла МБПЛА требуется аэродинамическая модель, которая учитывает все особенности явлений при малых числах Рейнольдса. На сегодняшний день существует лишь ограниченный ряд таких моделей.

Таким образом, рассмотрены современные математические методы, используемые при проектировании крыльев МБПЛА. Было проведено исследование по определению влияния параметров сетки на аэродинамические характеристики МБПЛА. Были сформулированы рекомендации по построению сетки применительно к элементам МБПЛА. Предложены подходы и алгоритмы по построению сетки с целью повышения эффективности расчета (временных и вычислительных ресурсов). Проведено сравнение RANS-моделей с альтернативными менее трудоемкими, в частности, с методом вязко-невязкого взаимодействия.

Экспериментальное исследование аэродинамических характеристик конвертоплана

Скворцов М.С., Логинов Р.А., Сергеева Н.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Артамонов Б.Л.
МАИ, Москва
misham-200@yandex.ru

Повышение скорости полета ЛА вертикального взлета и посадки с винтовыми несущими системами является одной из актуальных проблем авиации как гражданского, так и военного назначения.

Один из возможных путей решения этой задачи – создание конвертопланов, сочетающих в себе преимущества как самолетов, так и вертолетов. К ним относится и проект Project Zero компании AgustaWestland. Конвертоплан – летательный аппарат, способный выполнять вертикальный взлет и посадку и горизонтальный полет с помощью воздушных винтов. Для этого воздушные винты должны менять положение оси вращения относительно продольной оси фюзеляжа ЛА. В горизонтальном полете подъемная сила создается крылом. Благодаря повышению аэродинамического качества и снятию ограничений скорости, присущих в горизонтальном полете вертолетному несущему винту, таких как срыв потока и волновой кризис, конвертопланы имеют скорости полета, близкие к скоростям дозвуковых самолетов, и существенно большую по сравнению с вертолетами дальность полета и транспортную производительность. Поэтому применение конвертопланов при более высокой стоимости, чем у вертолетов или самолетов, становится рентабельным.

Целью данной работы являлось экспериментальное определение аэродинамических характеристик модели корпуса конвертоплана в продольном и поперечном каналах. Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

1. Спроектирована и изготовлена продувочная модель конвертоплана;
2. Проведены продувки в аэродинамической трубе Т-1 МАИ при различных положениях обечайки винто-кольцевого движителя (ВКД);
3. Проведен анализ полученных результатов.

В ходе экспериментальной работы были получены характеристики в продольном движении для различных положений обечайки ВКД, а также в боковом движении конвертоплана. Полученные результаты могут быть использованы для расчета балансировочных характеристик конвертоплана.

Литература

Артамонов Е.А., Куприков М.Ю. Выпускная квалификационная работа бакалавра на тему: дизайн-проект конвертоплана. – М: Изд-во МАИ. 2018.

Описание газа на молекулярном уровне и его моделирование

Смирнов С.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Никитченко Ю.А.
МАИ, Москва
smirnovsa07@yandex.ru

Зачем рассматривать газ на молекулярном уровне? Существуют хорошо разработанные уравнения и идеи, которые обеспечивают точное описание потока газа на макроскопическом уровне, в котором используются такие переменные, как плотность, скорость потока, температура и давление, и они представляют свойства, которые учитывают молекулы в совокупном смысле. Конечно, молекулярный подход даст более глубокое понимание всех потоков газа. Однако более того, при определенных условиях совокупный, или иногда называемый флюидный, подход не способен обеспечить физически точную картину газа. Эти условия возникают, когда не хватает ни времени, ни физического пространства для того, чтобы произошло достаточное количество межмолекулярных столкновений, чтобы поддерживать газ равновесном состоянии. Такие условия называются неравновесным. Чтобы точно описать неравновесный поток, нам необходимо изучить молекулярную природу газа.

Существует ряд важных областей применения в аэрокосмической технике, где возникают неравновесные потоки газа. Неравновесность возникает, когда поток газа имеет низкую плотность и/или имеет очень малые масштабы длины. Важной областью применения неравновесия является полет высокоскоростных транспортных средств на очень большой высоте в атмосфере Земли. Примеры включают космический корабль, возвращающийся с орбиты, или гиперзвуковые ракеты. Эти ЛА движутся с очень высокой скоростью, так что окружающее их поле потока имеет очень высокие температуры. Однако именно их работа в ближней космической среде с низкой плотностью приводит к явлениям неравновесного газового потока.

Кинетическая теория, в которой основная идея заключается в разработке методов, позволяющих связать свойства и поведение частиц, представляющих атомы и молекулы, с гидромеханическими аспектами газа на макроскопическом уровне. Это требует предоставить базовое определение того, что подразумевается под частицей и как эти частицы взаимодействуют друг с другом через механизм межмолекулярных столкновений. Это приводит к обсуждению моделирования макроскопических процессов переноса молекулярной диффузией, таких как вязкость и теплопроводность, которые представляют собой один из первых ключевых успехов кинетической теории. Простые решения легко доступны для условий равновесия, и они могут быть далее использованы для анализа свойств

на поверхности в свободных молекулярных потоках, в которых нет межмолекулярных столкновений. Также рассмотрены методы, полученные из уравнения Больцмана, для анализа неравновесных потоков газа.

Способ расчета обтекания крыла экраноплана конечного размаха малого удлинения потоком идеальной жидкости вблизи экрана

Смышляев О.Ф., Тахтамышев И., Хайдаров Д.Р.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ-КАИ, Казань
oleg_sm97@mail.ru

Способ расчета обтекания крыла экраноплана конечного размаха малого удлинения потоком идеальной жидкости вблизи экрана основан на использовании метода коллокации при решении интегрального уравнения потенциала двойного слоя, что позволило значительно снизить порядок системы уравнений и уменьшить время проведения расчета. Данный метод проведения расчета обтекания крыла предназначен для использования на персональных компьютерах.

Рассматривается установившееся обтекание крыла экраноплана конечного размаха малого удлинения ненулевой толщины потоком идеальной несжимаемой жидкости. Поверхность крыла экраноплана является замкнутой и гладкой во всех точках за исключением точек задней кромки рассматриваемого крыла. След за крылом, представляющий собой поверхность разрыва потенциала течения, подразумевается также гладким.Вне крыла и следа течение принимается всюду потенциальным.

Для расчета обтекания крыльев экраноплана малых удлинений сложной формы в плане и крыльев с механизацией предлагается следующее представление геометрии крыла экраноплана. Поверхность крыла экраноплана по линиям изломов и линиям разрыва геометрических параметров в местах вырезов под механизацию разбивается на некоторое количество отсеков.

Отсеками являются части поверхности крыла экраноплана и элементов механизации, законцовки крыла и элементов механизации, выполненные в виде плоских срезов, а также законцовки вырезов под механизацию.

На линиях раздела смежных отсеков имеет место нарушение условия гладкости. Для его устранения вводится некоторое закругление.

Для учета влияния горизонтального экрана необходимо симметрично относительно горизонтальной плоскости разместить такое же крыло, как и рассчитываемое в данном случае.

По предложенному методу была выполнена серия расчетов суммарных и распределенных аэродинамических характеристик крыльев экранопланов малых удлинений вблизи горизонтального экрана. Расчеты проводились для крыльев, имеющих следующие величины удлинения λ и сужения η:

1) λ=2.6; η=1.4 (профиль Б, c=12%);
2) λ=2.6; η=2.4 (профиль Б, c=12%);
3) λ=2; η=6 (профиль Б, c=12%, крыло Липиша);
4) λ=3; η=1 (профиль СР-16-9, c=9%).

Профиль Б разработан в АНТК им. А.Н.Туполева.

Заключение.

Сравнение производной подъемной силы, полученной по результатам расчета обтекания крыльев экраноплана малых удлинений дает удовлетворительные результаты, что свидетельствует о хорошей работоспособности метода,который можно использовать для расчета крыла экраноплана конечного размаха малого удлинения потоком идеальной жидкости вблизи экрана.

Список литературы

1.Гулидова Ю.С. Обзор теории и численных методов расчета аэродинамических характеристик крыла вблизи экрана. В сборнике: НАУКА. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. ОБОРОНА // Труды XVI Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне. 2015. с.246-248.

2.Крылосова А.А., Гусев А.Л., Левшонков Н.В. Об экспериментальных исследованиях макета глубоководного планера. В сборнике:Фундаментальные и прикладные разработки в области технических и физико-математических наук: Сборник научных статей по итогам работы третьего международного круглого стола.2018.С.41-43.

3.Кусюмов А.Н. Расчет поперечного обтекания вращающегося цилиндра в окрестности критической точки. Теоретические основы химической технологии. 2003. Т. 37. № 3. С. 246-250.

Формирование облика и расчетные исследования многоцелевого «неслышимого» беспилотного летательного аппарата

Сорокина А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кажан А.В.
ФГУП «ЦАГИ», Жуковский
fizteshka.alena@yandex.ru

Одним из требований, предъявляемых к перспективным БПЛА для решения ряда задач в интересах топливно-энергетического комплекса, охраны ресурсов, МЧС, МВД, охраны границ и т.д., является снижение заметности в акустическом диапазоне. Основным источником шума самолета является силовая установка, при этом применение в качестве движителей воздушных винтов в принципе не позволяет решить задачу снижения шума, так как винт генерирует шум в низкочастотном диапазоне, который слабо затухает в атмосфере. Снижение шума силовой установки возможно при использовании турбореактивного двигателя со степенью двухконтурности m=4…6 и выполнении комплекса мероприятий по экранированию шума вентилятора и снижению скорости реактивной струи.

Сформирован облик «неслышимого» на удалении более 500м БПЛА, в технической концепции которого для снижения уровня шума использованы следующие технические решения: верхнерасположенное полу – утопленное воздухозаборное устройство, позволяющее экранировать шум лопаточных машин двигателя планером; канал воздухозаборного устройства достаточной длины для размещения звукопоглощающих конструкций; двигатель со степенью двухконтурности m=6; плоское щелевое сопло, экранированное элементами планера [1, 2].

На этапе предварительного проектирования целесообразно проведение расчетных исследований вязкого обтекания с использованием методов высокого порядка, обеспечивающих достаточную достоверность результатов. Одним из преимуществ расчетных исследований является возможность подробного изучения физики течения и взаимодействия потока с различными элементами летательного аппарата, определения составляющих сил на различных элементах. Расчетные исследования вязкого обтекания аэродинамической компоновки «неслышимого» БПЛА на режимах детального обзора и высотного барражирования проводились с использованием программного комплекса решения уравнений Рейнольдса ANSYS CFX с применением SST-модели турбулентности и Gamma-Theta модели ламинарно-турбулентного перехода с учетом работы силовой установки. Работа силовой установки моделировалась заданием расхода воздуха на входе в двигатель и таких же значений расхода воздуха и полной температуры газа на выходе из двигателя.

В результате исследований показано, что аэродинамическая компоновка позволяет достичь высоких значений аэродинамического качества Кмах = 40 при Н = 1000 м, М = 0,15 и $К_{мах}$= 33,5 при Н = 8000м, М = 0,25. При дросселировании двигателя значение максимального аэродинамического качества снижается до Кмах ~32,5 для обоих режимов полета за счет увеличения сопротивления обечайки воздухозаборника. Аэродинамическая компоновка обладает нейтральной устойчивостью в продольном канале и устойчива по крену и рысканью относительно предельно задней центровки. На основании полученных результатов сформированы требования к устойчивости и управляемости ЛА, выбраны органы управления и выполнена оценка их эффективности.

Проведены расчетно-экспериментальные исследования акустических характеристик «неслышимого» БПЛА. Показано, что в случае заглушения шума вентилятора двигателя с помощью звукопоглощающих конструкций возможно обеспечение «неслышимости» на удалении более 500 м.

Экспериментальные исследования взаимодействия крыла и горизонтального оперения вблизи неподвижного экрана

Тахтамышев И., Хайруллин А.Р., Смышляев О.Ф.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гайнутдинов В.Г.
КНИТУ-КАИ, Казань
filosoffkin@mail.ru

В процессе экспериментальных исследований необходимо было определить влияние расположения крыла относительно экрана и горизонтального оперения на аэродинамические характеристики горизонтального оперения применительно к возможным экранопланным компоновкам.

Программой исследований предусматривалась оценка влияния крыла, расположенного впереди горизонтального оперения, на интегральные аэродинамические характеристики (г. о.).

Для реализации программы были проведены испытания изолированного крыла и изолированного оперения при различных расстояниях от неподвижного экрана. Кроме того, программа исследований предусматривала определение интегральных аэродинамических характеристик оперения в присутствии крыла при его различных углах атаки, различных высотах, от его задней кромки до экрана и различных расстояниях до горизонтального оперения.

С целью реализации программы были созданы экспериментальные установки, позволяющие провести испытания изолированного крыла и изолированного оперения вблизи экрана, а также горизонтального оперения вблизи крыла при наличии горизонтального экрана.

Испытания изолированного крыла и оперения проводились по типовой методике. Для исследования влияния крыла на аэродинамические характеристики оперения была изготовлена система кронштейнов, позволяющая варьировать высоту и углы атаки крыла по отношению к экрану. В процессе исследований задняя кромка крыла фиксировалась на определенной высоте и являлась осью вращения крыла при изменении угла атаки. Фиксирование задней кромки крыла осуществлялось на следующих высотах: h= h/Вкр = 0,25; 0,5; 0,75, 1,0, при его углах атаки x= 0; 4; 8; 12 градусов.

Кроме того, кронштейны установки крыла предусматривали изменение расстояния от крыла до горизонтального оперения. Изменение высоты горизонтального оперения до экрана осуществлялось путем смещения горизонтального экрана с установленным на нем крылом по вертикали вверх и вниз относительно горизонтального оперения (г.о.). При испытаниях г.о. в компоновке с крылом угол установки г.о. был фиксирован $X_{го}$=0 градусов. Указанные испытания проводились при скорости V= 28 м/с.

При расчете указанных коэффициентов для изолированных крыла и оперения использовались характерные площади крыла и горизонтального оперения, приведенные выше.

Коэффициенты продольных моментов вычислялись относительно условно заданных центров масс для г.о. $X_{го}$=0,25; а для крыла $X_{кр}$= 0.35.

Для вычисления коэффициентов продольных моментов использовались линейные размеры хорд крыла и горизонтального оперения. При обработке опытных данных вносились необходимые поправки на влияние границ потока и подвесной системы, в соответствии с особенностями влияния экрана при трубных испытаниях.

Заключение.

1. Проведены экспериментальные исследования влияния крыла на интегральные аэродинамические характеристики горизонтального оперения простейшей экранопланной компоновки.
2. Выявлено значительное влияние крыла и расположение оперения относительно него и экрана, на значения аэродинамических характеристик горизонтального оперения.
3. Материалы, представленные в отчете, необходимы для анализа взаимодействия крыла и оперения экранопланных компоновок.
4. Для более детального изучения этого взаимодействия целесообразно провести дополнительные экспериментальные исследования с большим количеством варьируемых параметров. Необходимо так же исследовать влияние спутного следа крыла на характеристики горизонтального оперения.
5. Для получения достоверных результатов, что особенно важно для определения положения фокусов по высоте и углу атаки, требуются проведение многократного эксперимента.

Список литературы

1. Иродов Р.Д. Критерии продольной устойчивости экраноплана // Учебные записки ЦАГИ, т.1. №4. 1970. С.61-70.
2. Гуляев В.В., Еременко С.М., Подобедов В.А. Влияние геометрических характеристик и кинематических параметров движения на аэродинамику крыла вблизи экрана//Научный Вестник МГТУ ГА. 2008. № 125. С. 20–28.
3. Маскалик А.И., и др. Экранопланы. Особенности теории и проектирования. –С-Пб.: Судостроение, 2000.
4. Крылосова А.А., Гусев А.Л., Левшонков Н.В. Об экспериментальных исследованиях макета глубоководного планера. В сборнике: Фундаментальные и прикладные разработки в области технических и физико-математических наук // Сборник научных статей по итогам работы третьего международного круглого стола. 2018. С. 41-43.

Исследование аэродинамического сопротивления стабилизаторов летательных аппаратов обратной стреловидности в сверхзвуковом потоке

Третьяков П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шабуров П.О.
ЮУрГу НИИ, Челябинск
paveltretyakov112@gmail.com

В данной статье будет сделана попытка анализа аэродинамической конструкции крыла, выполняющего роль стабилизатора для летательных аппаратов (ЛА), летящих со скоростью звука (скорость Маха) и превышающей ее. Анализ будет проводиться путем сравнения разных несущих поверхностей и их поведения в сверхзвуковом потоке. Для того, чтобы выявить зависимость увеличения или уменьшения сопротивления только от конфигурации, будут использоваться поверхности одинаковой площади и толщины, помещенные в одну и ту же среду и разогнанные до одних и тех же скоростей. Численное моделирование сверхзвуковых течений несущих конструкций летательного аппарата проведено в программе SolidWorks. Трехмерное моделирование проводилось в программе AutoCad.

Волновое сопротивление, возникающее при скорости звука, зависит от многих конструктивных параметров: толщины профиля крыла, угла стреловидности, числа Маха. В статье рассмотрены примеры сверхзвукового обтекания ЛА со стабилизаторами прямой и обратной стреловидности. Представлены наглядные изображения косых скачков, изменения угла Маха, распространение ударных волн. По эпюрам распределения определены места повышения и понижения давления, температуры, скорость и направление воздуха до и после обтекания.Приведены графики зависимости коэффициентов полных аэродинамических сопротивлений от скорости для обеих конфигураций стабилизаторов.Обосновано появление зон с наибольшей плотностью аэродинамического сопротивления. Выведены перспективные направления исследования в данной области.

Исследование продольной устойчивости экранопланов схемы с Т-образным оперением

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

Особенности аэродинамики экранопланов связаны с влиянием близости границы раздела двух сред. Эффект влияния экрана проявляется в виде перераспределения давления на верхней и нижней поверхностях крыла по сравнению с безграничным обтеканием. В случае крыла конечного размаха при уменьшении высоты до экрана происходит увеличение эффективного удлинения крыла, уменьшение индуктивного сопротивления и возрастание аэродинамического качества. Наиболее существенное влияние экрана сказывается при малых относительных расстояниях до экранирующей поверхности.

Важной проблемой околоэкранной аэродинамики является обеспечение продольной устойчивости экранопланов, которая связана с изменением положения фокуса крыла по высоте. На экранопланах обычных самолетных схем обеспечение продольной устойчивости достигается, как правило, выносом горизонтального оперения по высоте за пределы влияния экрана при соответствующей относительной площади оперения.

Проводились экспериментальные исследования аэродинамических характеристик модели одноместной экранопланной компоновки самолетной схемы с Т-образным оперением. Модель экраноплана выполнена в масштабе М 1:4 по отношению к натуре. На модели в соответствии с представленной геометрией были воспроизведены предкрылок, закрылки-элероны и рули управления, которые могли отклоняться на различные углы.

Результаты экспериментальных исследований показали, что в крейсерской конфигурации модель имеет низкое значение коэффициента подъемной силы и аэродинамического качества. Это обусловлено тем, что она имеет дополнительное вредное сопротивление предкрылка, обтекателя шасси, а также кормовой части фюзеляжа. В области сопряжения крыла с фюзеляжем имеются зоны интерференций, приводящие к уменьшению несущей способности центральной части крыла. Кроме того, непрямолинейная задняя кромка крыла приводит к уменьшению циркуляции в его центральной части.

Список литературы

1. Вшивков Ю.Ф., Кривель С.М. Методика и программный комплекс исследования продольного движения экраноплана // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2017. Т. 2. С.813-817

2. Погребная Т.В., Шипилов С.Д. Методика расчета нестационарного отрывного обтекания системы профилей, движущихся вблизи неподвижного экрана // Научный вестник Московского государственного университета гражданской авиации. 2017. Т. 20. №2. С. 46-56.

3. Бесядовский А.Р., Цао Ян. Исследование компоновки экраноплана // Морские интеллектуальные технологии. 2017. Т.1. №2 (36). С. 17–22.

Методика и программа исследований аэродинамических характеристик модели экраноплана, выполненной по схеме Липпиша

Хайруллин А.Р., Смышляев О.Ф., Никитин М.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
aibrubin@mail.ru

Исследовано влияние расстояния до экранирующей поверхности на характеристики модели. Проведена оценка эффективности рулей высоты и направления, а также элеронов. Определено расположение аэродинамических фокусов модели в зависимости от изменения высоты над экраном и угла атаки.

Материалы, полученные в результате исследований, необходимы для аэродинамического проектирования экранопланных компоновок различных схем.

Исследования аэродинамических характеристик модели экраноплана проводились методом неподвижного экрана. Скорость потока в трубе составляла 36 м/с.

Измерения сил и моментов, действующих на модель со стороны потока, проводились при помощи шестикомпонентных весов механического типа с проволочной подвеской модели.

Безразмерные коэффициенты аэродинамических сил подсчитывались по формулам теории подобия, и в качестве характерной площади использовалась площадь крыла модели. Коэффициенты моментов подсчитывались относительно заданного центра масс и в качестве характерных линейных размеров брались средняя аэродинамическая хорда и размах крыла модели.

При обработке экспериментальных данных учитывались все необходимые поправки на влияние подвесной системы за исключением поправок на влияние границ потока.

В процессе экспериментальных исследований модель экраноплана испытывалась при различных углах атаки и разных расстояниях до плоского экрана, с помощью которого моделировалась граница раздела сред. Углы атаки отсчитывались от строительной горизонтали фюзеляжа модели.

В результате испытаний модели экраноплана схемы Липпиша в аэродинамической трубе малых скоростей с открытой рабочей частью установлено:

1. Установка килей за поперечным реданом поплавков не приводит к существенному изменению аэродинамических характеристик модели.
2. Экспериментальные данные позволяют оценить эффективность работы рулей высоты, направления и элеронов.
3. Для получения полной информации о продольной устойчивости экраноплана необходимо провести расчет летно-технических характеристик, используя материалы, представленные в отчете.

Список литературы

1. Булыгин А.В., Моисеев А.Н. Экраноплан и другие транспортные средства // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2001. № 4. С. 3–7.

2. Утенков М.Д. Исследования в области разработки беспилотного экраноплана.

В книге: Гагаринские чтения – 2018. Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции. 2018. С. 83-84.

3. Крылосова А.А., Гусев А.Л., Левшонков Н.В. Об экспериментальных исследованиях макета глобуководного планера. В сборнике: Фундаментальные и прикладные разработки в области технических и физико-математических наук Сборник научных статей по итогам работы третьего международного круглого стола. 2018. С. 41–43.

Проблема безопасности полета беспилотных планирующих летательных аппаратов, стартующих с малоскоростных носителей

Альбокринова А.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Грумондз В.Т.
МАИ, Москва
asti_albo@mail.ru

Среди актуальных проблем старта беспилотных планирующих летательных аппаратов (БПЛА), существующих в настоящее время, значимое место занимает проблема безопасности БПЛА с разгонным двигателем (РД), стартующих с малоподвижных носителей. Этому поспособствовало развитие авиационной и ракетной промышленности, а также увеличение рыночного спроса на небольшие малоподвижные летательные аппараты (малоскоростные беспилотные ЛА, вертолёты и др.), которые выгоднее использовать в качестве носителей для ряда задач, в том числе и военного назначения. Со стороны носителя на движение БПЛА оказывается влияние в виде аэродинамической интерференции, которое значительно влияет на характеристики движения БПЛА вблизи носителя, а следовательно и на безопасность. Оценка интерференционного воздействия на движение БПЛА представляет значительный интерес, когда некоторое время до включения разгонного двигателя БПЛА движется вблизи носителя при неработающем РД, и эффективность его органов управления может оказаться недостаточной для стабилизации и управления движением, а также для обеспечения безопасного расстояния между носителем и БПЛА. Расчет аэродинамических характеристик БПЛА в присутствии носителя представляет далеко не полностью изученную задачу вследствие сложности физики аэродинамического интерференционного влияния носителя на находящийся вблизи него БПЛА. Вариант включения РД на БПЛА в первые секунды с момента старта может привести к неблагоприятной ситуации, когда при наличии эксцентриситета тяги двигателя возникает возмущающий момент на кабрирование, вследствие чего вероятность столкновения БПЛА с носителем увеличивается. Было проведено математическое моделирование и разработан алгоритм для оценки безопасности полёта БПЛА с включенным/выключенным РД вблизи носителей (беспилотного ЛА и вертолёта) с учетом их интерференционного воздействия на характеристики движения БПЛА.

Влияние угла стреловидности крыла на динамику самолета

Андрианантара М.Р.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Маркин Н.Н.
МАИ, Москва
rpandrianantara@gmail.com

Развитие авиации – это долгий процесс, в котором ученые и конструкторы пытаются усовершенствовать самолеты. Изменение стреловидности крыла является одним из способов улучшения качеств самолета. При изменении стреловидности крыла меняется целый ряд параметров самолета: геометрические параметры (площадь крыла и размах), иннерционные характеристики (моменты инерции самолета относительно его главных осей в связанной системе координат). Изменяются моментные характеристики (эффективность органов продольного и бокового управления, запасы статической устойчивости, коэффициенты подъемной и боковой сил, демпфирующие моменты). В результате изменяются летно-технические характеристики самолета.

С точки зрения аэродинамики применение стреловидного крыла позволяет обеспечить дозвуковое обтекание передней кромки крыла, уменьшив нормальную составляющую числа Маха, что и уменьшает волновое сопротивление, а следовательно лобовое сопротивление при переходе на сверхзвуковой режим полета. При увеличении стреловидности, а также скорости полета фокус самолета смещается назад, что и увеличивает запас статической устойчивости по перегрузке. Аэродинамическое качество самолета при этом резко уменьшается на дозвуковых режимах.

Углы стреловидности 16, 35, 45 и 69 градусов являются оптимальными, для взлето-посадочных режимов, режима крейсерского полета, режимов маневрирования и для режимов полета на больших скоростях соответственно.

Применение крыла изменяемой стреловидности обеспечивает самолету хорошие показатели устойчивости в широком диапазоне высот и скоростей полета. Максимальный угол стреловидности

позволяет увеличивать максимальную скорость полета до числа Маха, равного 1,6; статический потолок составляет 15000м, а максимальная эксплуатационная перегрузка достигает 7.

В продольном канале увеличение угла стреловидности улучшает характеристики устойчивости и управляемости на больших скоростях полета. Увеличение угла стреловидности имеет свои недостатки в зависимости от канала управления. При управлении в боковом канале эффективности дифференциально отклоняемых стабилизаторов не хватает для управления по крену. Самолет при этом имеет плохие характеристики устойчивости и управляемости в поперечном канале. Поэтому необходимо совместно со стабилизаторами использовать интерцепторы для управления по крену при увеличении стреловидности. Полет со стреловидностью 45 град на меньших высотах является наилучшим вариантом для маневрирования по крену.

Современное состояние вопроса об управлении поведением грузов на внешней подвеске вертолета при проведении авиационных работ

Бесогонов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Опара Ю.С.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
slava121097@yandex.ru

Во второй половине 20 века началось бурное развитие строительно-монтажных работ с применением вертолетов, это обуславливалось сложными климатическими и географическими условиями нашей страны, зачастую это был единственный способ монтажа, однако, как полагается любым новшествам, помимо решения старых проблем, образуются новые, самые опасные, это проблемы, связанные с безопасностью полетов, ведь на кону стоит человеческая жизнь. Пилоты при проведении авиационных строительно-монтажных работ столкнулись с опасным явлением, явлением раскачки груза. Без своевременного, правильного и точного вмешательства, все могло закончиться аварией или катастрофой.

Рассмотрение текущего состояния проблемы устранения раскачки груза на внешней подвеске вертолета, делает возможным заключить, что в научной, профессиональной литературе почти отсутствуют научно-обоснованные инструкции экипажу по результативному устранению раскачки груза на внешней подвеске вертолета. На деле, навыки пилотирования вертолета с грузом на внешней подвеске приобретаются в производственных условиях от пилота к пилоту. Следует заметить, что на сегодняшний день в научной литературе немало внимания выделено вопросу изучения поведения груза на внешней подвеске вертолета и методам его аэродинамической стабилизации в полете. Разработаны аэродинамические устройства вихреобразования для уменьшения лобового сопротивления неудобообтекаемых тел, система стабилизации и азимутальной ориентации груза на внешней подвеске вертолета. Для увеличения динамической устойчивости грузов на внешней подвеске созданы разные системы пассивной аэродинамической стабилизации. В большинстве научных работ, посвященных вопросу перемещения грузов на внешней подвеске вертолета, внимание акцентируется на создании специальных средств для стабилизации груза, но при проведении экстренных авиационных работ в обстановке чрезвычайных ситуаций, из-за дефицита времени и неожиданности условий использование этих средств исключено. Так, на сегодняшний день, присутствует научно-техническая проблема, связанная с исследованием специфики эксплуатации вертолетов при проведении экстренных авиационных работ с применением внешней подвески, которые отличаются неотложностью и внезапностью.Данный вопрос может быть решен путем математического моделирования движения системы вертолет–груз, систематизации, научного подтверждения существующих и разработки новых способов борьбы с раскачкой груза на внешней подвеске вертолета. Для того, чтобы не быть голословным, приведем один основной, но эффективный метод устранения поперечной раскачки, данный метод был выработан способом математического моделирования, практическим опытом, приобретенным в стесненных условиях строительно-монтажных работ, и систематизации теоретических знаний, описанных в литературе. Данный метод заключается в синхронизации взаимных движений воздушного судна и тела на внешней подвеске, если груз из-за раскачки направился вправо, необходимо создать правый крен и скольжение, таким образом, постепенно уменьшится амплитуда и период колебаний. Конечно, для каждого конкретного случая используется своя методика ликвидации и предотвращения раскачки груза, для этого и необходимы систематизация и обобщение знаний.

Литература

Козловский В.Б., Паршенцев С.А., Ефимов В.В. Вертолет с грузом на внешней подвеске. – М.: Машиностроение, 2008. 304 с.

Расчет посадки космического корабля на ВПП

Бикинеева А.П., Гришина А.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Маркин Н.Н.
МАИ, Москва
nancydrew201098@gmail.com

В данной работе был проведен расчет посадки пилотируемого космического корабля нового поколения на взлетно-посадочную полосу. В качестве прототипа был выбран космический корабль «Клипер».

Рассматривается задача расчета посадочных характеристик и посадки космического корабля. Основная задача участка захода на посадку и посадки – точный разворот вектора скорости космического корабля на посадочный курс и приведение его по опорной траектории на ВПП в заданную точку касания с точностью, гарантирующей безопасность и комфортность приземления. Управление движением космического корабля на участке захода на посадку сводится к отслеживанию заданной опорной траектории и стабилизации программных зависимостей приборной скорости.

Небольшое аэродинамическое качество и ограниченные энергетические возможности регулирования скорости полета предопределили использование двухглиссадной схемы захода на посадку с участком сопряжения между ними.

В работе представлены формулы расчета, различные графики изменения параметров полета от времени, такие как траектория снижения, траектория снижения на участке выравнивания, вертикальная скорость, скорость полета, угол наклона траектории, нормальная перегрузка и т. д. На участке пробега расчет характеристик был проведен с использованием тормозного парашюта и без него.

В ходе работы были получены следующие результаты:

• Требуемая длина ВПП для космического корабля должна быть не менее 2600 м;

• Дистанция пробега при посадке составляет 2000 м и может быть уменьшена использованием парашюта до 1850 м;

• По мере захода на посадку скорость изменяется от 120 м/с до 90 м/с.

Исследование характеристик космического крылатого корабля: продольной устойчивости и управляемости

Воронка Т.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Маркин Н.Н.
МАИ, Москва
tatyana.voronka8@mail.ru

Рассматривается устойчивость и управляемость многоразового крылатого космического корабля «Клипер». Аэродинамическая схема крылатого космического корабля с посадкой на взлетно-посадочную полосу является перспективной. По сравнению с разрабатываемым многоразовым космическим кораблем «Федерация» крылатый космический корабль обладает большим аэродинамическим качеством, маневренностью. Особенностью космического корабля «Клипер» является статическая неустойчивость на малых углах атаки, что требует использования аэродинамических органов управления и системы стабилизации.

В качестве аэродинамической схемы крылатого космического корабля рассматривается низкоплан, построенный по схеме «бесхвостка» с трапециевидным крылом умеренной стреловидности и вертикальным хвостовым оперением. Управление продольным движением осуществляется балансировочным щитком, который состоит из двух отклоняемых внутренних элевонов. Для управления движением рысканья используются рули направления. Управление по крену осуществляется элевонами. Космический корабль оснащен четырьмя жидкостными реактивными двигателями для управления движением центра масс и 12 реактивными газовыми двигателями.

Выполнен расчет характеристик продольной статической устойчивости для гиперзвуковой скорости полета. Исследовано влияние отклонения щитка на степень продольной статической устойчивости по перегрузке. Определены статические характеристики продольной управляемости с учетом зависимости продольного момента от угла атаки и угла отклонения щитка для различных значений скоростного напора. Исследованы переходные процессы по перегрузке для нескольких

значений скоростного напора. По результатам исследований получены удовлетворительные характеристики устойчивости и управляемости для значений скоростного напора не менее 1500 Па.

Перспективным является использование автоматической системы управления для улучшения устойчивости и управляемости для развития концепции данного проекта.

Принцип разделения приоритетов управления при использовании боковых короткоходовых ручек управления

Галактионов М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Верещиков Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
galaktionov0123@gmail.com

Органы ручного управления самолетом, позволяющие изменять крен (поперечный канал) и тангаж (продольный канал), различны: центральная ручка управления самолетом (РУС), штурвал, Y-образный штурвал, боковые короткоходовые ручки управления самолетом (БРУС, Side-stick).

Наибольшее применение получила центральная ручка управления самолетом на маневренных и ограниченно-маневренных самолетах военного назначения, учебных и спортивно-пилотажных самолетах. Широкое развитие и применение электродистанционых систем управления предопределило использование центральных РУС и на неманевренных самолетах: Ту-160, Бе-200, B-1B, C-17 Globemaster, ВКС «Буран», БТС-002, Space Shuttle. Она удобна в использовании, самолетом можно управлять обеими руками, а в случае необходимости перехватывать управление правой либо левой рукой. Основным недостатком таких ручек управления является загораживание передней панели приборной доски. Центральная РУС обладает большой присоединенной массой за счет проводки управления, подвержена действию инерционных сил, возникающих при движении самолета со значительными угловыми и линейными ускорениями. При этом свободное предплечье руки пилота, так же оказывается в области действия инерционных сил и может привести к непроизвольному смещению РУС и раскачке самолета [1].

Все эти недостатки отчасти компенсируются за счет применения боковых короткоходовых РУС. Они используются во многих современных истребителях (F-16, Mitsubishi F-2, Dassault Rafale, F-22 Raptor, а так же на экспериментальных Су-47 «Беркут» и Су-37), на гражданских воздушных судах – Sukhoi Superjet 100, Airbus A320 (первый пассажирский самолет, оборудованный БРУС), Airbus A380. Еще один толчок к переходу на БРУС явилось развитие системы дистанционного управления (переход с аналоговых на цифровые алгоритмы СДУ). Это позволило в ещё большей степени повысить качество управления за счет применения астатических (интегральных) алгоритмов, которые совместно со статическими (позиционными) контурами управления обеспечивают высокое качество переходных процессов и отсутствие ошибок при установившихся режимах.

БРУС можно разделить на «активные» и «пассивные». «Активные» БРУС устанавливаются на самолетах МС-21, G-500. При этом левая и правая БРУС перемещаются электромеханическими приводами синхронно (в том числе при включенном автопилоте). Это позволяет пилоту вести тактильную и визуальную обратную связь. «Пассивные» БРУС устанавливаются на RRJ-100, неманевренных самолетах фирм Airbus, Falcon. Каждая ручка оснащена загрузочными пружинами и находится в нейтральном положении при отсутствии управляющего воздействия со стороны летчика.

Управление БКРУ реализовано следующим образом. При отклонении одной БРУС управляющий сигнал поступает в блоки суммирования. При одновременном отклонении двух БРУС, если ни один из пилотов не взял приоритет управления, управляющий сигнал равен алгебраической сумме сигналов от обеих БРУС (суммарный сигнал ограничен максимальным значением сигнала от одной ручки). Управление самолетом должно выполняться только одной БРУС, но возможность управления от другой сохраняется. В нормальном режиме пилот может блокировать БРУС другого пилота нажатием и удержанием кнопки приоритета. Существуют различные варианты работы кнопки управления приоритетом:

• При удержании нажатой кнопки менее 40 секунд, после освобождения кнопки, управление от другого пилота восстанавливается;

• При удержании нажатой кнопки более 40 секунд происходит блокировка боковой ручки другого пилота, при освобождении управление от нее автоматически не восстанавливается;

• В случае нажатия и удержания кнопки обоими пилотами, определяющим является последнее нажатие.

В случае, когда БРУС заблокирована, управление восстанавливается после кратковременного нажатия на кнопку управления приоритетом.

Таким образом, БРУС являются перспективным направлением развития органов ручного управления. В последнее время наибольшее предпочтение получили «активные» БРУС. Так впервые в мировой практике управление при использовании «активных» БРУС применено на самолете МС-21.

Расчёт аварийной посадки беспилотного летательного аппарата

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

Объектом исследования в настоящей конкурсной работе является аварийная бездвигательная посадка тяжелого беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в зоне безопасного пилотирования. То есть внештатная ситуация, в которой происходит крушение беспилотного судна, либо в жилой местности, где тяжелый БПЛА может нанести урон людям и жилым постройкам, либо же на территории врага, где мы можем потерять ценную информацию. Также объектом рассмотрения являются особенности управления БПЛА. Данная задача предполагает решение проблемы, с которой можно столкнуться при эксплуатации военного беспилотника.

Целью данной исследовательской работы является рассчитать область безопасной посадки тяжелого беспилотного летательного аппарата, управляемого дистанционно с земли, у которого происходит аварийная ситуация – отказывает двигатель или заканчивается топливо.

В процессе выполнения конкурсной работы были проведены различные расчеты, касающиеся данной задачи и выбраны оптимальные значения, подходящие практически для всех типов БПЛА, а также исследования, касающиеся аэродинамических качеств беспилотников и принципа их работы в целом. Для аналитического решения задачи применялись правила геометрии и законы аэродинамики. Также рассмотрены особенности систем управления БПЛА и их основные компоненты.

В ходе работы получены ответы на множество вопросов, касающихся аэродинамики БПЛА, а также написана универсальная программа в системе MATLAB, которая удовлетворяет решению поставленной задачи, т.е. показывает на графике все возможные варианты посадки самолета в безопасной зоне пилотирования с определенным углом захода на вираж и с известным радиусом виража.

Simulink – модель шасси вертолета

Егоров Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Верещиков Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
vdvikt@yandex.ru

Адекватное моделирование динамики полета вертолетов требует учета сил и моментов, создаваемых опорами шасси. Для вертолетов эта задача особенно важна в связи с тем, что стартовые условия моделирования, как правило, предполагают неподвижное размещение на поверхности земли или подвижной палубы корабля. Кроме того, амортизационная система шасси включает несколько упругих и демпфирующих элементов, характеристики которых существенно различны. Такие конструкции позволяют ликвидировать или вывести за пределы эксплуатационного диапазона частот и форм колебаний резонансные явления.

Наиболее распространенным программным комплексом, обеспечивающим имитационное моделирование динамики объекта, имеющего амортизационную систему, является Matlab&Simulink. Этот комплекс позволяет изучать поведение объекта в реальном времени и сопрягать имитационную модель с элементами кабинной и закабинной индикации и командными рычагами управления.

В лаборатории пилотажных стендов ВУНЦ ВВС "ВВА" создан программно-аппаратный комплекс, включающий модель динамики вертолета, имеющего массовые, геометрические и аэродинамические характеристики, подобные вертолету Ми-8МТ, управляющий пост с командными рычагами управления (рукоятка циклического шага, педали и рукоятка "шаг-газ") и креслом летчика, системой визуализации закабинной обстановки на базе программного комплекса с открытой архитектурой FlightGear и пилотажной индикацией, созданной с использованием технологий MacromediaFlash.

Модель амортизационной системы шасси представляет собой три блока (для каждой опоры), рассчитывающих вертикальные, продольные и боковые силы, возникающие при взаимодействии стоек с опорной поверхностью. Каждая стойка "оснащена" двухкамерным газожидкостным

амортизатором, свойства которого характеризуются двумя парами демпфирующих и упругих элементов. "Включение" амортизационной стойки в работу происходит лишь в том случае, если расстояние от опоры шасси с "разжатым" амортизатором до опорной поверхности, рассчитанное с учетом углов крена и тангажа, а также выноса стойки относительно центра масс вертолета, становится меньше конструктивной длины стойки.

Демпфирующие свойства амортизационной системы характеризуются произведением коэффициента демпфирования и скорости изменения длины стойки (ее телескопического элемента), а упругие – произведением коэффициента упругости на величину обжатия амортизатора. Коэффициенты демпфирования и упругости подбираются исходя из условий проведения эксперимента. Кроме того, коэффициент демпфирования различен на прямом и обратном ходах штока амортизатора.

Силы и моменты, создаваемые опорами шасси, включаются в общую систему дифференциальных уравнений, описывающих динамику движения вертолета.

Важно отметить, что созданная модель шасси в принципе является универсальной и может быть использована для моделирования широкого спектра задач, решаемых различными летательными аппаратами.

К вопросу об особенностях полуавтоматического управления полетом современных самолетов

Задорожный И.А., Супрун А.С., Тирон Н.А.
Научный руководитель — Задорожный И.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
zadorozhniy.1@yandex.ru

При полуавтоматическом управлении летчик, 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).

В таком случае летчик, отклоняя командный рычаг, реализует весь конструктивно возможный диапазон отклонения рулевых поверхностей. Это дает возможность полностью реализовать маневренные свойства самолета. При автоматическом управлении полетом системе автоматического управления не доверяется полный диапазон отклонения рулей в целях обеспечения отказобезопасности, что естественно, ограничивает располагаемые маневренные возможности.

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

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

Таким образом, полуавтоматическое (директорное) управление целесообразно использовать на тех этапах полета, на которых требуется высокая точность управления траекторией и разгрузка летчика 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 самолетов. - М.: МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2009. 469 с.

Принципы ограничения угла атаки и нормальной перегрузки самолетов

Землянский Д.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Верещиков Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Demonndrott@yandex.ru

Анализ статистических данных летных происшествий доказывает, что большинство катастроф являются результатом выхода самолета за границы предельных режимов полета. На современных самолетах системы автоматического управления находят широкое применение. Области решаемых задач с применением таких систем по дальнейшему повышению безопасности полетов непрерывно расширяется. Одним из таких направлений является ограничение предельных режимов (система ограничения сигналов). Ограничитель предельных режимов предназначен для предупреждения летчика о приближении к выходу самолета за установленные эксплуатационные ограничения по нормальной перегрузке и углу атаки.

Из практики летных испытаний и эксплуатации самолетов известно, что при превышении определенных значений основных полетных параметров существенно ухудшаются аэродинамические характеристики, характеристики устойчивости и управляемости, прочности, работа силовой установки и т.д., что может привести к выходу самолета на неуправляемые (не контролируемые летчиком) режимы полета и к возникновению аварийной ситуации. В соответствии с требованиями по безопасности полетов в повседневной эксплуатации самолет не должен выходить за предельные значения полетных параметров. Причинами, вызывающими необходимость накладывать ограничения на параметры пилотирования самолета (включая его траекторию в физическом пространстве), являются:

- Особенности аэродинамики;
- Прочностные характеристики конструкции самолета;
- Недопустимость пересечения траектории самолета с рельефом подстилающей поверхности;
- Комбинации вышеуказанных причин.

Применяются различные подходы к ограничению предельных режимов:

- При превышении допустимых углов атаки должна быть обеспечена эффективная сигнализация;
- Соответствующей организацией продольного управления ограничивается (точнее затрудняется) выход самолета на большие углы атаки;
- Расширение диапазона углов атаки, на которых отсутствует сваливание, средствами автоматизации ручного управления.

Система ограничения сигналов предназначена для предотвращения выхода самолета на режим сваливания и штопора путем отталкивания рычага управления самолета от себя.

Таким образом, ограничитель предельных режимов помогает летчику в управление самолетом при пилотировании вблизи границ предельных режимов и не допускает выхода за их значения.

Принципы ограничения предельных режимов полёта

Исаев А.М., Агапитов Р.А., Тирон Н.А.
Научный руководитель — Исаев А.М.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
isaeff.9@yandex.ru

Предельные режимы полета и эксплуатационные ограничения в разной степени характерны для различных самолетов. В ряде случаев «валежка», «скоростной бафтинг», «реверс рулевых», «дивергенция» и аэроинерционное вращение могут не наблюдаться во всем эксплуатационном диапазоне высот и скоростей полета. При этом «сваливание» и часто «штопор», вызываемые превышением допустимого угла атаки, а также разрушение или недопустимые деформации конструкции из-за превышения максимально допустимой эксплуатационной перегрузки характерны для всех самолетов без исключения. Именно поэтому актуальным является предотвращение выхода за ограничения именно по углу атаки и нормальной перегрузке.

В современной практике нашли применение несколько принципов ограничения угла атаки и нормальной перегрузки:

- Пассивные ограничители;
- Активные ограничители;
- Принцип «защиты режимов полета».

Первый принцип представляет собой создание и применение на борту самолета сигнально-предупредительных систем, информирующих летчика (экипаж) о приближении к эксплуатационным ограничениям. Такие системы принято считать пассивными, так как они не оказывают влияния на сам процесс управления самолетом. К пассивным системам следует отнести следующий ряд технических решений, таких как применение:

• комбинированного указателя текущих и допустимых значений угла атаки и перегрузки в виде отдельного индикатора или в составе многофункционального цифрового индикатора;

• звуковой сигнализации в виде громкой сирены;

• речевой сигнализации в виде предупреждения: «предельный угол атаки»;

• световой предупредительной сигнализации в виде красной лампы, работающей в мигающем режиме;

• средства тактильной сигнализации в виде тряски командного рычага управления или непосредственного механического воздействия на ладонь летчика, удерживающего этот рычаг.

Второй принцип заключается в применении в составе системы управления специальных устройств, препятствующих перемещению командного рычага управления, приводящему к выходу за ограничения и перемещающих этот рычаг таким образом, чтобы устранить саму возможность выхода за ограничения. Такие системы считаются активными.

Активные системы ограничения предельных режимов по углу атаки и нормальной перегрузке всегда используются совместно с пассивными. Это связано с тем, что с точки зрения летчика совершенно недопустимо активное вмешательство каких-либо систем в управление самолетом без четкого информационного взаимодействия. В противном случае у летчика нарушается адекватный складывающейся ситуации образ полета и управления им.

Только пассивные системы ограничения угла атаки и нормальной перегрузки применяются в тех случаях, когда использовать активные системы технически невозможно или нецелесообразно. Нецелесообразность использования активных ограничителей может быть вызвана значительными затратами массы на обеспечение необходимых свойств, низкой их эффективностью в конкретных условиях и способностью летчика самостоятельно обеспечить контроль за величинами угла атаки и нормальной перегрузки.

В военной авиации «защита режимов полета» дает возможность упростить процесс пилотирования и сосредоточить внимание летчика на контроле за окружающей обстановкой, работе с вооружением, навигационным и прицельным комплексом, увеличивает располагаемое время для принятия управленческих решений. В транспортной и пассажирской авиации появляется возможность сократить количество членов экипажа до двух человек, снизив при этом нагрузку на них за счет применения средств автоматизации и существенно повысить уровень безопасности полетов.

Таким образом, реализация принципа «защиты режимов полета» стала возможной в цифровых СДУ благодаря использованию интегральных астатических алгоритмов.

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 самолетов. – М.: МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2009. 469 с.

К вопросу о предельных режимах полета самолетов

Кузнецов А.Д., Павлюченко А.А., Морозов В.Ю.
Научный руководитель — Кузнецов А.Д.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
pavlyuchenko.1@yandex.ru

Мировая статистика летной эксплуатации самолетов 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 летчика (членов экипажа) приводят к выходу параметров движения самолета за установленные ограничения в силу ошибок или недооценки ситуации. Может случиться так, что на фоне отказов и неисправностей, слабой информационной осведомленности, скоротечности развития событий, недружественного информационно-управляющего поля кабины действия летчика 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 надежных ограничений параметров полета и способов их реализации);

• В области повышения качества подготовки авиационных специалистов (главным образом, летного состава);

• В области расширения диапазона параметров, при которых реализуется безопасная эксплуатация самолетов;

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

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

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

• Эксплуатационную область, определяемую значениями скорости, высоты полета, 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 взлет и посадку;

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

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

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

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 самолетов. М.: МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2009. – 469 с.

Выбор рационального профиля крыла на основе многоцелевого подхода

Маркевич П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брусов В.С.
МАИ, Москва
przemyslaw.markiewicz5@gmail.com

В работе рассматриваются проблемы выбора профиля крыла с учетом разнообразных требовании к проектируемому самолету. Выявлено положение задачи выбора профиля крыла в иерархии проектирования облика самолета и установлены параметры системы, связывающие выбор профиля с динамическими показателями самолета в целом. Целью работы является выработка метода обоснованного выбора профиля крыла на начальных этапах проектирования летательного аппарата как средство уменьшения степени неопределенности. Большое внимание уделяется постановке многокритериальной задаче на основе теории многоцелевых систем. Представляются разные методы скаляризации критериального вектора и рассматриваются вопросы формирования множества частных критериев и способов их нормирования. В предлагаемом автором решении применяется метод линейного свертывания критериев в двух постановках: интегральном (наилучшее решение задачи в среднем) и гарантирующем (наилучшее решение задачи). Предлагается провести выбор наилучшей альтернативы (профиля) в смысле принятого векторного критерия, который вырабатывается на основе директивных данных (например, технического задания). Для решения проблемы линейного свертывания рассматривается вопрос об обоснованности учета важности критериев, в результате чего использован метод поддержки принятия решения в условиях неопределенности (метод ПРИНН) и формирования функции политики выбора. В данной постановке задачи под политикой выбора понимается группирование частных критериев с учетом заданной

важности исходя из директивных данных (неконтролируемые параметры задачи). В работе рассматриваются практические вопросы формирования множества допустимых решений, множества неопределенности и множества частных критериев. В результате разработан алгоритм задачи выбора профиля крыла на основе векторного критерия, работоспособность которого доказывает расчетный пример.

Применение понятия минимальной эволютивной скорости посадки

Митин В.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Маркин Н.Н.
МАИ, Москва
xana2@bk.ru

В настоящей конкурсной работе исследуется понятие «минимальная эволютивная скорость посадки». То есть скорость, при которой в случае нештатной ситуации, такой как отказ двигателя, сохраняется возможность с помощью только аэродинамических органов управления самолета парировать возможные возмущения, а также сохранять равновесный режим полета с заданным углом глиссады и значением угла крена.

Целью исследований является определение классов воздушных судов, применимо к которым данное понятие принимает особенно важное значение, перечисление факторов, влияющих на значение данной скорости и представление модели поведения самолета в случае отказа двигателя с последующим появлением крена и скольжения. Также важную роль имеет представление соотношений между скоростью сваливания, скоростью захода на посадку и минимальной эволютивной скоростью посадки.

В ходе выполнения конкурсной работы были проведены исследования, касающиеся значимости понятия «минимальная эволютивная скорость» при посадке. Для исследования использовалась научная литература и практические расчеты реальных летательных аппаратов.

В процессе выполнения работы были выделены определенные классы воздушных судов, применимо к которым данное понятие принимает особенно важное значение.

Для математического обоснования соотношений между минимальной эволютивной скоростью, скоростью сваливания и скоростью захода на посадку были использованы соотношения и зависимости из аэродинамики и динамики полета. Были получены ответы на поставленные вопросы, а также приобретены полезные навыки в работе с научной литературой и интернет-источниками.

Проектирование системы управления для беспилотного планирующего крылатого летательного аппарата с применением алгоритмов технического зрения

Полищук М.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Грумондз В.Т.
МАИ, Москва
a.mv31@mail.ru

В работе рассмотрены вопросы системы управления для беспилотного планирующего крылатого летательного аппарата (БПК ЛА). Проведен сравнительный анализ системы наведения БПК ЛА на заданную точку. Объект управления в настоящей работе – БПК ЛА, выполненный по нормальной аэродинамической схеме и оснащенный раскрывающимся крыльевым модулем и цельноповоротными рулями. Построена математическая модель пространственного движения БПК ЛА. Предложена структура угловой стабилизации объекта управления. Основная задача системы наведения БПК ЛА – формирование управляющих сигналов в систему стабилизации для выполнения той или иной задачи. Предложено условно разделить систему наведения в продольном канале на две подсистемы, которые выполняют определенные задачи. Первая задача – планирование на максимальную дальность – позволяет расширить множество начальных состояний объекта управления. Вторая задача – наведение на заданную точку – обеспечивает точную доставку полезной нагрузки.

Как показывает практика применения ЛА рассматриваемого типа, вывод в заданную точку на большом удалении от точки старта при отсутствии сигнала от спутников, который может быть «заглушен» при помощи средств радиоэлектронной борьбы, может быть затруднен в связи с отсутствием точной информации о местонахождении объекта управления. Исследования при помощи математической модели и практика применения таких ЛА показывают, что расчет текущих координат на борту ЛА содержит большую погрешность. Для увеличения точности определения собственных координат БПК ЛА предложено использовать алгоритмы технического зрения, что обеспечит автономность ЛА, а также требуемую точность вывода в заданную точку.

Сверхзвуковые пассажирские лайнеры

Рагулин И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Маркин Н.Н.
МАИ, Москва
ilya-rag98@mail.ru

Пройдемся по описанным главным проблемам сверхзвуковых лайнеров. Первое, требовательность к аэродромам и сложность в эксплуатации – это серьезная проблема, которая крайне существенна, когда речь идет о ставосьмидесятитонном самолете. Небольшой самолет бизнес-класса, кратно уступающий в массе и габаритах, будет куда менее привередлив. Второе, прожорливые двигатели, и эта проблема остается, но теперь речь идет о бизнес-джете. Расход топлива все равно будет большим, но это уже не так критично. Третье – шум. Взлет все равно будет шумным, а звуковой удар никуда не делся. Тут, во-первых, снова играют роль значительно меньшие габариты, а во-вторых, кое-какие технологии все же есть. Получается, что, в принципе, небольшой сверхзвуковой самолет – игра вполне реальная. Посмотрим на эту идею в наше время. Сверхзвуковой самолет – это, в первую очередь риск провала, который так пугает лидеров и на который новички идут. И дело не в том, что они такие невероятно отважные новаторы, а в том, что у них выбора нет: другие ниши заняты, а лобовая конкуренция с гигантами явно тупиковая ветвь. Блэйк Скоул – сооснователь Boom Technology. Эта компания была основана в Денвере совсем недавно – в 2014 году и взялась за продвижение своего проекта: небольшого сверхзвукового авиалайнера. Их лайнер, вместимостью до 55 пассажиров в одном бизнес-классе и до 10 в VIP компоновке, должен будет лететь на дистанции 8300 км. напрямую или 16500 на транстихоокеанских рейсах с посадкой на дозаправку. Благодаря скорости полета в 2,2 Маха, самолет сможет выполнять рейсы Лондон – Нью-Йорк за три часа. Итак, что из себя представляет самолет Boom? Это бесхвостка с узким вытянутым фюзеляжем и оживальным крылом. Самолет часто называют Конкорд 2.0, при этом он значительно меньше и более чем вдвое легче. В конструкции самолета будут максимально применяться композитные материалы, что позволит улучшить аэродинамическое качество и снизить массу. Никакой механизации носа не будет. В качестве силовой установки предполагается использовать три двухконтурных турбореактивных двигателя без форсажный камер. На данный момент компания Boom создала прототип-демонстратор для отработки всех решений, самолетик примерно втрое меньше коммерческой модели, он уже собран и совершил первый полет в конце 2018 года. Теперь можно посмотреть на второй пример: Корпорация «Aerion supersonic» появилось раньше, ее предшественница ACAD Group еще в 90-х годах под руководством Ричарда Трэйси проводила исследования посозданию сверхзвукового транспорта. В 2014 году к проекту начали проявлять интерес в Airbus. Европейский концерн принимает участие в разработке самолета AS-2 и поможет с сертификацией. А в 2017 году к проекту присоединились Lockheed Martin, которые помогут с планером и General Electric, которые займутся двигателями. AS-2 является сочетанием нескольких больших, скажем так, потоков авиационные мысли. Первый из них появился в 50-х на заре гонки скоростных сверхзвуковых истребителей. В то время Lockheed исследовали варианты применения крыльев с разными характеристиками и пришли к выводу, что лучше всего на высоких скоростях себя проявляет тонкая трапеция. Результатом этих изысканий стал F-104. Второй поток авиационной мысли – это проект NASA «Queit Supersonic Transport». Отработать предполагается возможность снижения шумового загрязнения за счет применения ряда специальных конструктивных решений планера, которые по идее должны изрядно ослабить силу звукового удара. И наконец, третий поток авиационной мысли – это главная фишка самолета – ламинарный планер. Силовая установка составлена из трех двухконтурных реактивных двигателей без форсажных камер. Применение новейших технологий решений, аналогичных решениям Boom, также позволит отказаться от опускаемого носа, снизив массу, но компоновка, близкая к F-104, принесла с собой недостатки этого истребителя. По примерным расчетам пробег AS-2 после посадки будет составлять около 2300 метров для 60 тонного самолета – это огромная цифра, сравнимая с пробегом широкофюзеляжных лайнеров. По плану Aerion и его партнеров первые прототипы их самолета должны появиться в 2022-23 годах и после цикла испытаний и сертификации AS-2 должен выйти на рынок к 2026 году.

Перспективы в развитии информационно управляющего поля и систем отображения информации

Ревенко К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Верещиков Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Ram2mc@mail.ru

В настоящее время большое внимание уделяется моделированию движения летательного аппарата, для которого характерен высокий уровень интеллектуализации внутрикабинного пространства. Анализ способов кодирования и отображения визуальной, звуковой информации, её информативности, создание вертолётов типа «вертолёт-истребитель», требуют трансформации внутрикабинного пространства [1]. Полимодальные пространства постоянно дорабатываются в связи с быстрым изменением обстановки и информации с систем отображения информации (СОИ) [2].

Управляющие факторы, которые способствуют скорейшему развитию данной области:

• Сверхманёвренность летательных аппаратов (ЛА);

• Перегрузка, в том числе боковая;

• Уменьшение внимания лётчика в процессе полёта в связи с перенапряжением зрительного анализатора.

Основные недостатки, присущие современным СОИ:

• Недостаточная структурированность информации;

• Сложная логика отображения;

• Низкий уровень удержания информации с СОИ в памяти лётчика;

• Недостаточный уровень комплексной оптимизации, особенно в режиме преодоления системы противовоздушной обороны;

• Сложная совместимость контроля за индикацией и управления ЛА.

Для борьбы с перечисленными недостатками разрабатываются интегрированные тактильные системы на базе «информационного ядра» [1].

В институте авиационной и космической медицины [3] проводится анализ «цены», которую «платит» лётчик за работу в боевой обстановке.

Для оценки действий лётчика к нему подключают различные датчики. Лишние повороты, наклоны, направление линии визирования лётчика, всё это является объектом контроля. Полученные в ходе эксперимента результаты служат исходным материалом для мероприятий по устранению недостатков информационно управляющего поля кабин.

Таким образом, в докладе рассмотрены, основные недостатки СОИ, пути их устранения, проводимые для этого эксперименты и применяемые технологии.

Список литературы

1. Айвазян С.А. [Электронный ресурс].
Режим доступа: http://www.hpvestnik.ru/frames/archive/45-2014.pdf
2. Эргономика в системе проектирования и испытаний вертолётов и тренажёров «Ми»: // Электронные системы отображения информации современных и перспективных вертолётов / Под ред. д. м. н., лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники А.В. Чунтула. Т. 2. – Когито-Центр, 2015. – 112с.
3. Институт авиационной и космической медицины [Электронный ресурс]. Режим доступа://http://inno.imbp.ru/

Использование прогнозной информации для повышения точности пилотирования самолета вблизи экрана

Романов М.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ефремов А.В.
МАИ, Москва
romflight@yandex.ru

Пилотирование самолета вблизи экрана является сложной задачей, так как зона действия эффекта экрана мала, а малое изменение высоты может приводить к значительному изменению коэффициентов аэродинамических сил и моментов. Повышение точности пилотирования экраноплана путем значительной автоматизацией управления или управлением высотой за счет изменения режима работы двигателя, как было предложено в ряде работ, не подходит для самолетов, для которых полет в зоне действия экрана является лишь частью выполнения целевой задачи. Однако

улучшения точности можно добиться с помощью подачи летчику дополнительной визуальной информации посредством прогнозного окна.

В данной работе рассмотрено использование прогнозного индикаторного окна для улучшения точности стабилизации высоты в зоне действия эффекта экрана. Была разработана математическая модель продольного движения самолета с учетом действия экрана, проведено полунатурное моделирование двух случаев стабилизации высоты летчиком без использования прогнозной информации и с использованием прогнозного табло. Были рассчитаны дисперсии ошибки для данных двух случаев.

Приняты следующие допущения: вес самолета и момент инерции постоянны, все датчики и измерители идеальны и не влияют на динамику самолета, аэродинамические производные по углу атаки и индикаторная скорость постоянны; рассматривается только продольный канал, а движение в боковом канале заморожено.

Исходный аппарат представляет собой самолет-амфибию Бе-200 с крылом прямой стреловидности и т-образным горизонтальным оперением.

Эксперимент проводился при времени прогноза равном 1.4 секунды. Время моделирования 50 секунд. Задача – удержание высоты 2 метра. В качестве внешнего возмущения выступал ветер с вертикальной составляющей скорости, равной 0.5sin(t). Применение прогнозной информации позволило значительно увеличить точность слежения при выполнении достаточно сложной для пилота задачи.

Пилотирование при дозаправке самолета. Влияние спутного следа на «поведение» воздушного судна

Сидорович К.В.
Научный руководитель — доцент Омельян Н.Г.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Centurionkagorta5@mail.ru

Возможность дозаправки в воздухе позволяет повысить тактический радиус действия боевых самолетов, сократить время при перебазировании авиации, произвести взлет с минимальным количеством топлива, но с большей полезной нагрузкой. Однако для этого требуется высокая квалификационная подготовка летного состава, так как это считается одним из самых трудных полетных заланий. Экипажам двух самолетов необходимо сблизиться на дистанцию до 25–30 м, на высоте от 5–9 тыс. м при скорости в диапазоне 450–600 км/ч. Для успешной состыковки следует обеспечить попадание штангой дозаправки в центр конуса с допустимым отклонением не более половины диаметра конуса, выдерживая относительную скорость сближения в пределах от 1.0 до 2.4 м/с. Вместе с тем выполнение заправки топливом в полете требует от летного состава большого психофизиологического напряжения, выработки навыков глазомерного определения скорости сближения, расстояний между самолетами при сомкнутых групповых полетах.

При дозаправке существует определенный набор негативных последствий, вызванные спутным следом самолета-заправщика, также действуют на заправляемый самолет при сближении с воздушным танкером: боковая сила, направленная в сторону танкера, возмущающий момент по крену, турбулентность и составляющая ветра, влияние воздушных масс. К этим факторам также следует отнести гармоническое движение конуса.

Формирование спутного следа сопровождается сложными аэродинамическими процессами с изменением как кинематических параметров движения воздуха, так и его термо-химических свойств. При движении самолёта в пространстве создается поле давлений, которое в виде возмущений распространяется во всех направлениях с около звуковой скоростью и формирует соответствующее поле скоростей.

Поэтому системы дозаправки должны соответствовать мерам пожарной и летной безопасности, мобильности установления зацепа, скорости передачи топлива. Существует два вида систем дозаправки – это жёсткая и гибкая.

Особенности пилотирования воздушного судна при дозаправке в воздухе. В процессе дозаправки ни один из самолётов не должен выходить на второй режим, т.е. уменьшать скорость меньше наивыгоднейшей, а также не должен нарушать руководство по летной эксплуатации самолета. Это необходимо учитывать особенно в том случае, когда танкер и заправляемый самолёт разного типа и имеют разные ограничения по летно-техническим параметрам. При уменьшении массы заправщика его индуктивное сопротивление так же уменьшается, возникает избыточная тяга силовой установки и самолёт–заправщик стремиться увеличить скорость. А в случае заправляемого самолёта его

индуктивное сопротивление будет увеличиваться, а скорость уменьшаться. В таких случаях может произойти разрыв топливной магистрали.

Решение задачи по автоматизации заправки самолета топливом в полете является актуальной. Реализовать автоматическую дозаправку в воздухе можно путем создания автоматической системы дозаправки самолета в воздухе. Задача контактирования во многом аналогична задаче наведения на маневренную воздушную цель. Однако ныне существующие прицельные станции самолетов, оборудованные устройствами приема топлива в воздухе, имеют ограничения по дальности и не отвечают требованиям по точности, предъявляемым к заправке во время полета. Поэтому для системы автоматической дозаправки требуется установка на заправляемый самолет специального оборудования. Автоматический комплекс производит корректировку взаимного расположения самолетов в пространстве относительно друг друга. Оборудование системы контролирует десятки параметров, в том числе положение заправщика и заправляемого самолета, скорость, направление ветра и другие параметры полета. Это позволяет осуществить безопасную стыковку при передаче топлива, в результате чего возможности заправляемого самолета значительно возрастают.

К вопросу о надежности систем дистанционного управления

Харченко В.К., Нечайкин И.С., Раздобарин К.А.
Научный руководитель — Харченко В.К.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
xarchenko.1@yandex.ru

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

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

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

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

• Применением во всех цифровых вычислителях, стоящих на борту самолета 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.

Надежность систем дистанционного управления повышается за счет 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 самолетов. М.: МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2009. 469 с.

Применение полимерных композиционных материалов в конструкции панели фюзеляжа

Paing M.K.
Научный руководитель — Барановски С.В.
МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва
paingmhuukhant@gmail.com

Ведущие специалисты авиационной промышленности постоянно ищут новые пути по совершенствованию конструкций пассажирских авиалайнеров. При этом необходимо учитывать ряд жёстких требований, в частности, к надёжности и ресурсу эксплуатации. Для обеспечения всего комплекса необходимых характеристик будущего изделия и удовлетворения ограничениям разрабатываются и применяются новые перспективные материалы, такие как полимерные композиционные материалы (ПКМ). Стоит отметить, что ПКМ уже используются в конструкции пассажирских авиалайнеров, таких фирм как Boeing, Airbus, Bombardier, однако их применение, зачастую ограничивается слабонагруженными элементами конструкции (аэродинамические обтекатели, зализы) и небольшими в рамках всего авиалайнера, но ответственными деталями хвостового оперения. При этом доля применяемых в фюзеляже ПКМ мала. Исключением является Boeing 787 Dreamliner, фюзеляж которого на 50% выполнен из композиционных материалов. Его успешный опыт эксплуатации показывает возможность и перспективность работ по замене традиционных металлических фюзеляжей композитными. Данная работа посвящена актуальной теме разработки элемента фюзеляжа из ПКМ.

Объектом исследования является панель фюзеляжа из ПКМ.

Рассматривались варианты панели фюзеляжа с различными количеством, формой, конфигурацией и материалом (стеклопластик, углепластик, алюминиевый сплав) подкрепляющих стрингеров под действием эксплуатационных нагрузок (сосредоточенных и распределённых).

Оптимизация геометрии проводилась по критериям минимума массы и максимальной несущей способности в программном комплексе Ansys с помощью метода конечных элементов.

Изначальный вес типовой панели из алюминия, подкреплённой тринадцатью стрингерами, составлял 74,5 кг. При изготовлении конструкции из стеклопластика и углепластика вес снижается на 28 и 45% соответственно.

В результате выбрана панель из углепластика, подкреплённая девятью тавровыми стрингерами, весом 52,5 кг.

Полученная конфигурация панели из ПКМ соответствует уровню эскизного проекта и может быть усовершенствована при дальнейшей работе.

Разработка лёгкого малогабаритного самолета для частного пользования

Абызов А.К.
Научный руководитель — доцент, Шавелкин Д.С.
МАИ, Москва
alex2abyzov@gmail.com

Современная легкомоторная авиация получила широкое применение в различных сферах жизни человека – начиная частным пользованием, заканчивая сельским хозяйством. Лёгкие самолёты, как правило, выполняют следующие основные задачи: транспорт, доставка малых грузов, разведка ЧП, мониторинг экологической обстановки. Нередко такие ЛА используются и как личный транспорт, однако позволить себе содержать личный, даже легкий, самолет могут лишь люди с высоким достатком, так как его хранение и эксплуатация на аэродроме стоит 15000-30000 в месяц, что является существенной суммой для человека со средним финансовым положением.

Чтобы решить проблему и сделать легкую авиацию финансово доступнее, было принято решение разработать компактный самолет с максимальным взлётным весом до 750кг по схеме тандем, для удобного его хранения в гараже автомобиля. Данная схема выбрана ввиду уменьшения размаха крыла (а следовательно, габаритов) путем увеличения площади хвостового горизонтального оперения до крупной несущей поверхности, а также увеличенного аэродинамического качества в сравнении с нормальной схемой.

Был проведен анализ рынка легкой и сверхлёгкой авиации, сформулировано техническое задание на основе данного анализа и необходимых норм сертификации воздушного судна по АП ОЛС, построены эскизы облика и трехмерная модель.

В ходе исследования был выявлен ряд достоинств и недостатков данного решения. Достоинства: компактность, легкость транспортировки и дешевизна хранения. Недостатки: наряду с общими недостатками схемы – малая популярность самолетов нетрадиционных схем на рынке. Также из-за особенности схемы проявляется ухудшение манервенности в канале тангажа на скоростях в связи особенности аэродинамики многокрыльевой схемы, с разнесением крыльев по длине самолета, но это не является проблемой в данном случае, так как самолет не является акробатическим.

Транспортно-боевой вертолет с разработкой мероприятий, направленных на повышение эффективности технического обслуживания в условиях автономного базирования

Аветян В.В., Шелехов Д.А., Сурвило Ю.В.
Научный руководитель — Аветян В.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
avetyan.1@yandex.ru

В ряду современных средств вооруженной борьбы, способствующих дальнейшему повышению боевых возможностей и эффективности действий сухопутных войск, все большее значение приобретают вертолеты огневой поддержки. Эксплуатация авиационной техники в условиях маневра определяется силами и средствами, необходимыми для ее подготовки к полетам на аэродроме базирования. В условиях автономного базирования таких сил и средств нет.

Для обеспечения автономности обслуживания вертолетов вне аэродрома базирования к ней предъявляется ряд требований, основными из которых являются:

• Подготовка к полетам вертолетов должна осуществляться силами экипажа с применением средств, находящихся на борту и унифицированными средствами наземного обслуживания;

• Вертолеты должны быть оборудованы вспомогательной силовой установкой и т. д.

Вспомогательная силовая установка Аи-9В, используемая на вертолете Ми-24 отвечает требованиям, предъявляемым к данному типу двигателей.

Однако на данном вертолете не предусмотрен привод основного генератора переменного тока ГТ40ПЧ-6 и плунжерного насоса основной гидросистемы НП-92А от нее. Поэтому проверка работоспособности авиационного оборудования при подготовке кабины вертолета 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 ресурс двигателей.

Решением данной проблемы могло бы стать применение воздушно-лопаточной машины типа турбопривода, использующего энергию сжатого воздуха от вспомогательной силовой установки, для вращения рассмотренных агрегатов. Это позволит производить длительные проверки вертолета в условиях маневра без применения специальных наземных энергетических установок.

Список литературы

1. Платунов В.С. Методология системных военно-научных исследований авиационных комплексов – М.: Дельта, 2005.

2. Конструкция серийного летательного аппарата. Вертолет Ми-24 (Ми-35).Вертолетные системы. Учебное пособие: Воронеж ВУНЦ ВВС «ВВА», 2017. с. 178.

К вопросу определение проектных параметров и летно-технических характеристик транспортного самолета с турбореактивными двигателями

Амирбегов Д.А., Матыцин С.А., Поздняков С.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ульшин С.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
sergei.ulsh@yandex.ru

Летательный аппарат (ЛА) является сложным техническим устройством, результатом комплексного слияния последних достижений науки и техники и предназначен для успешного выполнения боевых задач в составе авиационного комплекса. Перед началом проектирования ЛА к нему предъявляется комплекс летно-технических, технических и эксплуатационных требований

обеспечивающих ЛА высокий уровень боевой эффективности. Большинство из них имеют противоречивый характер, поэтому определение проектных параметров и летно-технических характеристик оказывает большое влияние на процесс проектирования ЛА и является одним из важнейших этапов проектирования. Авторами проведен анализ методик выбора основных проектных параметров военно-транспортного самолета изложенных в работах[1], [2] и [3]. Установлено влияние большинства этих параметров на конструкцию ЛА. Кроме этого, проведен анализ методик расчета на прочность основных элементов ЛА крыла и фюзеляжа. Выработаны рекомендации при проведении прочностных расчетов указанных элементов ЛА, которые будут использованы при разработке программных продуктов. Планируется использование этих программ при выполнении курсантами выпускных квалификационных работ.

Список литературы

1. Конструкция и прочность летательных аппаратов; Учебник для вузов ВВС / Под ред.О.В. Болховитинова.-М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 2004. - 678 с.
2. Конструкция и прочность летательных аппаратов. Часть 1; / Под ред.К.Д. Туркина.-М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1985. - 279 с.
3. Конструкция и прочность летательных аппаратов. Часть 2; / Под ред.К.Д. Туркина.-М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1985. - 245 с.

Двухщелевой закрылок самолета короткого взлёта и посадки

Анучин М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кириакиди С.К.
ВГТУ, Воронеж
anuchin.mikhail@yandex.ru

Рассмотрен двухщелевой закрылок, состоящий из основного звена и жёстко соединенного с ним дефлектора, содержащий каретки с опорными роликами, направляющие рельсы перемещения закрылка, механизмы уборки – выпуска. При этом над верхней частью основного звена по направляющим подвижно установлены жёсткие панели с возможностью выхода в поток за заднюю кромку закрылка при действии привода.

Аэродинамический канал между основным звеном и дефлектором на крейсерском режиме полёта перекрыт сверху хвостовой частью крыла, а снизу поворотным щитком, шарнирно установленным в носовой части основного звена. Поворотные щитки и подвижные панели кинематически связаны между собой посредством качалок, установленных на боковых торцевых поверхностях закрылка, которые, с одной стороны, через промежуточную тягу подвижно соединены с рычагами поворотного щитка, а с другой, – шарнирно с тягами управления подвижной панелью. При работе привода закрылка на выпуск, одновременно разворачивается щиток до необходимого положения и сдвигается в поток подвижная панель за заднюю кромку основного звена. При повороте щитка изменена геометрия аэродинамического канала между основным звеном закрылка и дефлектором с существенным повышением его эффективности. В качестве механизма уборки-выпуска использованы винтовые механизмы, размещенные на кронштейнах, на нижней поверхности крыла и соединенные шарнирно через промежуточную тягу с рычагами поворотного щитка.

В результате на режимах взлёта и посадки увеличена площадь и кривизна крыла за счёт перемещения подвижной панели, что ведёт к увеличению циркуляции скорости, а также увеличена эффективность аэродинамического канала между основным звеном и дефлектором при повороте щитка до необходимого положения, с увеличением скорости потока на выходе из аэродинамического канала между основным звеном и дефлектором. При этом существенно увеличена циркуляция скорости потока вокруг крыла, а следовательно, и подъёмная сила крыла самолёта короткого взлёта и посадки.

К вопросу о выборе составных элементов комплексной тепловой защиты ГЛА

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

Сегодня одним из перспективных направлений создания авиационной техники являются многоразовые гиперзвуковые летательные аппараты. Помимо вопросов создания работоспособной конструкции из жаропрочных и жаростойких материалов, комбинированной силовой установки и

других составных частей ГЛА отдельное внимание техническими специалистами уделяется проработке методов восприятия значительных тепловых потоков к самолету. В рамках решения данной проблемы за рубежом начаты некоторые программы, (например MACH, финансируемая DARPA [1]), по которым в самое ближайшее время планируется получить практический результат – активно охлаждаемую или пассивно защищаемую конструкцию, работающую на стенде и в летном эксперименте.

С учетом современных тенденций (концепции описаны в источниках [2],[3],[4]) совокупность основных технологий гиперзвукового самолета, успешная реализация которых напрямую зависит от совершенства тепловой защиты, будет представлять собой:

1) многоразовость;
2) многорежимность комбинированной силовой установки;
3) продолжительный гиперзвуковой полет;
4) сохранность груза на гиперзвуковых скоростях полета;
5) работоспособные самолетные системы и бортовое оборудование.

На основании анализа научно-технических публикаций, помимо жаропрочных и жаростойких конструкционных материалов, были выбраны следующие возможные способы обеспечения нормального функционирования гиперзвукового самолета в условиях интенсивного нагрева:

1) создание контуров активного охлаждения;
2) размещение в некоторых зонах самолета пассивных теплозащитных покрытий;
3) наличие теплосъема термоэлектрическими элементами в интересах работы системы электроснабжения и питания;
4) использование хладоресурса топлива для охлаждения планера и элементов комбинированной силовой установки.

Применение того или иного способа будет зависеть от характера теплового и силового нагружения каждой составной части планера самолета, а также его компоновочных особенностей.

Кроме того, тепловые потоки к поверхности возможно будет снизить рациональным выбором таких элементов аэродинамической компоновки, как углы стреловидности передних кромок и радиусы их закругления. Отдельного внимания заслуживает интеграция конвергентного воздухозаборника и специально спрофилированного сопла, геометрия и профилировка которых может уменьшить тепловые нагрузки в соответствующих элементах ГЛА.

В профильной литературе по проблеме обеспечения теплового баланса гиперзвуковых самолетов исследователями практически в равной степени освещены различные методы и способы тепловой защиты (например, [5],[6],[7]). Однако данная проблема решалась только для одного элемента (пассивная ТЗП, термоэлектрические элементы или хладоресурс топлива), которые не рассматривались в единой системе. Тем не менее, наиболее эффективной может стать именно комплексная система тепловой защиты на основе комбинации вышеописанных способов.

При этом контуры активного охлаждения для реализации хладоресурса топлива (или дополнительного хладагента) могут быть размещены внутри отсеков радиоэлектронного оборудования и панелей газовоздушного тракта силовой установки, пассивные теплозащитные покрытия – под обшивкой в зоне топливных баков, термоэлектрики – в наиболее нагретых передних кромках и мотоотсеке.

В качестве составляющих критерия эффективности комплексной системы тепловой защиты ГЛА будут выбраны ее масса и стоимость.

Список литературы

1. Matthew Nelson. "DARPA Seeks Hypersonic Vehicle Leading Edge Material Research Proposals"//blog.executivebiz.com: [сайт]. [2019] URL: https://blog.executivebiz.com/2019/01/darpa-seeks-hypersonic-vehicle-leading-edge-material-research-proposals/ (дата обращения: 12.02.19).

2. Василий Сычев. "Boeing показал концепт гиперзвукового пассажирского самолета"//nplus1.ru: [сайт]. [2018] URL: https://nplus1.ru/news/2018/06/28/hypersonic/ (дата обращения: 12.02.19).

3. Philip Smart. "Hypersonix: The SPARTAN story"//australiandefence.com.au: [сайт].[2018] URL: http://www.australiandefence.com.au/business/hypersonix-the-spartan-story (дата обращения: 12.02.19).

4. HEXAFLY International //esa.int: [сайт]. [2014] URL: http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/High-Speed_Experimental_Fly_Vehicles_-_INTernational

5. Расчет температурных полей и обеспечение тепловых режимов элементов конструкций летательных аппаратов. Тема диссертации и автореферата по ВАК 05.07.02, 05.07.03, к.т.н. Димич, В.В., Казань, 2001

6. Принципы управления и моделирования тепловой защиты гиперзвукового летательного аппарата А.Л. Куранов, А.В. Корабельников, А.М. Михайлов: Учебное пособие. Санкт-Петербург, Издательство Политехнического университета. 2014.
7. Силовые установки гиперзвуковых и воздушно-космических летательных аппаратов. /Ю.Н.Нечаев – М: Академия Космонавтики им. К.Э. Циолковского, 1996.

Математическое моделирование авиационной системы доставки грузов на основе планирующей парашютной системы

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

Высокоточные авиационные системы доставки грузов (Precision Aerial Delivery Systems (PADS)) широко используются для доставки грузов в труднодоступные районы и районы боевых действий во время военных операций. В процессе формирования облика систем доставки грузов ММ динамики системы является неотъемлемой частью для получения зависимостей проектных параметров и обоснования оптимальности системы. Также для обеспечения точной посадки необходима система управления, для синтеза которой необходима высокоточная математическая модель (ММ) динамики объекта управления. В данной работе проводится исследование влияния различных конструктивных параметров (угла установки парашюта, длины строп, массы полезной нагрузки) на динамику полета системы груз–парашют с помощью двухмассовой ММ. Математическая модель динамики системы груз–парашют учитывает такие важные аспекты, как движение груза относительно парашюта, влияние большого объема воздуха, заключенного внутри парашюта (присоединенные массы и моменты инерции воздуха), на динамику системы, угла установки парашюта. Используемая модель аэродинамики парашюта–крыла основана на реальных аэродинамических характеристиках, полученных продувками в аэродинамической трубе. Математическая модель реализована в среде MATLAB/Simulink.

Список литературы

1. Om Prakash, N. Ananthkrishnan. Modeling and Simulation of 9-DOF Parafoil-Payload. AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference and Exhibit, 21 – 24 August 2006, Keystone, Colorado.
2. J.S. Lingard. Precision aerial delivery seminar. Ram-air parachute design. 13th AIAA Aerodynamic Decelerator Systems Technology Conference, Clearwater Beach, May 1995.
3. J.S. Lingard. The performance and design of ram-air gliding parachutes. Royal aircraft establishment, Technical report 81103, August 1981.

Повышение эксплуатационной надежности зубчатых венцов конических шестерен путём упрочнения рабочей поверхности зуба

Балдин А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Поседко В.Н.
Московский Политех, Москва
djinnn1@rambler.ru

Большой вклад в развитие авиационных двигателей вносит использование шестерен с улучшенными прочностными характеристиками. Это влечет за собой увеличение надежности и повышает количество часов работы узла, значительно уменьшает износ зубчатого венца.

Производство подобных деталей авиационных газотурбинных двигателей требует постоянного совершенствования разработки и внедрения новых технологических процессов. Разработка технологического процесса и изготовление самих конических зубчатых колес, требует специального подхода, так как конические зубчатые колеса имеют довольно сложную геометрию зуба.

Так как коническое зубчатое колесо с круговым расположением зубчатого венца относится к поверхностям, имеющим достаточно сложный профиль, имеет смысл рассматривать методы местного упрочнения.

В результате исследований зубчатого венца и при его анализе установлено, что самое концентрированное место возникновения растягивающих напряжений является место перехода от впадины к боковой поверхности зуба, также образуются сжимающие напряжения. При обработке зубчатого венца по разным технологическим процессам изменяется надежность шестерни, при определенной последовательности операций можно сформировать минимальные статочные

напряжения. Даже в случае правильной последовательности операций во время эксплуатации деталей в узле могут образоваться микротрещины, которые в течение эксплуатации происходит разрушение шестерен.

Для залечивания микротрещин и повышения эксплуатационной надежности конической зубчатой шестерни нужно ввести операцию ППД дробеструйной обработки. Проведено исследование таких параметров качества поверхностного слоя, как шероховатость, наклеп и остаточные напряжения, которые оказывают существенное влияние на усталостную прочность зубьев шестерен.

В работе представлена операция дробеструйной обработки, выполняется обдувкой микрошариками и дает наибольшие сжимающие напряжения. При этом микротвердость поверхностного слоя возрастает на 15–25 %. По результатам эксперимента установлено, что наибольший предел выносливости получают образцы, изготовленные с применением операции упрочнения дробью, он на 15 % выше по сравнению с технологическом процессом, в котором отсутствует операция дробеструйной обработки.

Алгоритм решения задачи разработки комплексной методики проектирования носовых радиопрозрачных обтекателей БРЛС сверхзвуковых самолетов

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

Основной проблемой при проектировании носового обтекателя бортовой радиолокационной станции (БРЛС) малозаметных сверхзвуковых самолетов является определение рациональных геометрических параметров данного обтекателя, которые должны обеспечивать как потребные аэродинамические характеристики (АДХ) (сверхзвуковые и дозвуковые), так и радиотехнические характеристики (РТХ) антенны бортовой радиолокационной станции. Разработка комплексной методики проектирования носовых обтекателей БРЛС сверхзвуковых самолетов позволит существенно сократить риски получения отрицательных результатов на этапе государственных (сертификационных) испытаний самолета, и как следствие, сократить расходы из бюджета проекта на исправление ошибок проектирования.

Для разработки вышеуказанной методики необходимо провести комплексный анализ данных, накопленных на каждом этапе исследования: подготовительном, итерационном и аналитическом.

В ходе подготовительного этапа исследования определяется массив основных исходных данных, необходимых для решения инженерной задачи построения обтекателя и исходные данные, необходимые для моделирования задачи определения АДХ и РТХ обтекателя. Эти данные включают требования к БРЛС проектируемого самолета (дальность обнаружения цели по заданной ЭПР, число одновременно сопровождаемых целей, возможности наведения и др.), на основании которых определяется тип и апертура антенны, необходимые для геометрического задания обтекателя и математической постановки задачи расчета РТХ; требования к режимам полета самолета (дозвуковой, сверхзвуковой или гиперзвуковой), на основании которых в первом приближении определяются проектные геометрические параметры обтекателя. Также на подготовительном этапе разрабатывается параметризованная модель обтекателя, которая имеет возможность оперативного изменения основных проектных параметров (удлинение и угол раскрыва конуса).

В ходе итерационного этапа производится математическая постановка задач определения РТХ и АДХ параметризованной геометрической модели, полученной по результатам подготовительного этапа. Далее за счет параметрии модели варьируются исходные данные и геометрические параметры обтекателя, производится итерационный расчет РТХ и АДХ для каждого из расчетных случаев.

В ходе аналитического этапа производится анализ результатов, полученных в ходе итерационного этапа, и строятся зависимости между полученными характеристиками и исходными параметрами обтекателей. На основании данных зависимостей можно сделать ряд выводов: к изменению какого проектного параметра (комплекса параметров) наиболее чувствительны РТХ и АДХ обтекателя, а также при каких значениях данного параметра (комплекса параметров) достигаются наилучшие характеристики.

Проведение исследований по вышеуказанному алгоритму позволит накопить необходимый научно-технический задел для разработки методики проектирования носовых радиопрозрачных обтекателей БРЛС сверхзвуковых самолетов.

Топологическая оптимизация основных элементов крыла из полимерных композиционных материалов

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

Большое количество требований накладывает серьёзные ограничения на геометрический облик будущего изделия и зачастую ведёт к неоптимальной с точки зрения распределения материала и прочности конструкции. Однако с развитием систем автоматизированного проектирования и методов математического моделирования стало возможным получать конструкции, близкие к оптимальным, а новейшие технологии позволяют их изготовить. К таким методам относится топологическая оптимизация, которая даёт практически неограниченную свободу при проектировании конструкций и открывает большие перспективы в области экономии веса.

В работе рассматривается стреловидное крыло со спрямлённым участком, с несимметричным аэродинамическим профилем, с размахом 35м среднемагистрального пассажирского авиалайнера, состоящее из двух обшивок, подкреплённых стрингерами, двух лонжеронов и пятнадцати нервюр.

Рассматривались следующие нагрузки для крейсерского режима полёта со скоростью 242дж4м/с, на высоте 11500 м.:

• Аэродинамическое сопротивление в зависимости от угла атаки (0°, +11°, –7°);

• Вес двигателя (2400 кг, распределённый по объёму);

• Вес приводов механизации крыла (по 20 кг каждый, с учётом жидкости гидравлической системы);

• Собственный вес конструкции.

Исследовалось несколько расчётных моделей как из изотропного материала (алюминиевый сплав), так и из анизотропного (углепластик).

В результате проведённой топологической оптимизации конструкции крыла, силового кессона и отдельных элементов под действием эксплуатационных нагрузок в зависимости от нескольких углов атаки получены и проанализированы:

• Распределение материала по объёму крыла из изотропного материала и отдельным силовым элементам;

• Геометрические характеристики элементов крыла из ПКМ с укладками, отличными от квазиизотропных с различным шагом ориентации слоёв;

• Наиболее нагруженные зоны конструкции;

• Геометрическая форма зон усиления элементов конструкции.

Использование укладок с большим количеством слоёв разной ориентации позволяет снизить массу готового изделия за счёт адаптации схемы армирования к действующим нагрузкам при сохранении величин перемещений конструкции, но может усложнить производство элементов.

Полученные данные и геометрические модели будут использованы при моделировании нестандартных силовых элементов криволинейной формы.

Результаты данной работы являются частью составляемой методики проектирования крыла из ПКМ и будут учтены и использованы при её составлении.

К вопросу об обосновании требований к транспортно-десантному вертолету

Белоус Ф.А.
Научный руководитель — к.т.н. Сажин А.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
belous.fedya.13.23@gmail.com

Разработка боевых вертолетов различного предназначения со времени начала использования их в военных конфликтах и при решении повседневных задач в мирное время является актуальным вопросом. Их применение обусловлено, прежде всего, возможностью вертикального взлета и посадки с базированием на ограниченных по размерам вертодромах, высокой маневренностью, способностью зависать на месте, возможностью транспортировки грузов на внешней подвеске, а также выполнять специфические задачи при относительно небольшом, по сравнению с самолетами, тактическом радиусе.

Целью работы является повышение боевой эффективности транспортно-десантного вертолета при решении типовой боевой задачи за счет улучшения его летно-тактических характеристик вследствие замещения рулевого винта фенестроном.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: обосновываются тактико-технические требования проектируемого вертолета (учитывая характеристики современных боевых вертолетов с установленным на них фенестроном), рассчитываются летно-технические характеристики вертолета на режиме висения и горизонтального полета, обосновывается техническая возможность улучшения характеристик вертолета за счет применения фенестрона в качестве рулевого устройства.

При проведении работы использовались различные научные методы исследования. Эмпирические методы включали в себя сбор информации из различных источников (справочная и техническая литература, интернет-ресурсы) и анализ собранной информации. Среди теоретических методов наиболее часто применялись анализ, синтез информации и полученных результатов, выработка на основе этого выводов.

Разработки, полученные в ходе работы, результаты расчетов, а также интеграция новаторских решений могут быть практически применены при проектировании подобного типа вертолетов с целью дальнейшего повышения эффективности действий отечественной армейской авиации в условиях вооруженного конфликта и в мирное время при решении повседневных задач.

Решение поставленных задач показало, что при заданных тактико-технических характеристиках, исходя из расчетов получается вертолет со взлетной массой порядка 9000 кг и массой целевой нагрузки 3800 кг. Внедрение фенестрона в качестве рулевого устройства привело к уменьшению затрат мощности на его привод по сравнению с рулевым винтом в режиме длительного горизонтального полета на большой скорости на 13%, увеличению в режиме висения – на 3%. Уменьшилась масса трансмиссии на 15%. Вследствие этого диапазон применения вертолета может быть увеличен за счет увеличения максимальной и крейсерской скоростей, высоты и дальности полета, что говорит о расширении боевой эффективности транспортно-десантного вертолета.

Список литературы

1. Расчет параметров вертолета на этапе предварительного проектирования: учебное пособие / В. Д. Проскурин; – Оренбург: ОГУ, 2014. – 199 с.

2. Аэродинамическое проектирование фенестрона / В.И. Шайдаков, О.А. Завалов. –М.: Московский авиационный институт, 1980. – 67 с.

Повышение точности математической модели теплообменного аппарата для системы кондиционирования воздуха

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

Для успешной эксплуатации самолета наряду с показателями надежности и отказобезопасности одним из ключевых параметров самолета является соответствие оборудования и систем техническим характеристикам, заданным при проектировании. В течение жизненного цикла самолета эти характеристики возможно улучшать за счет имеющегося резерва в конструкции самолета.

Одним из таких направлений по улучшению характеристик является совершенствование систем кондиционирования воздуха.

Актуальность данной задачи и возможные пути её решения ранее рассматривалась в рамках конференции [Л].

Разработанная математическая модель в программном комплексе Matlab позволяет определить выходные параметры по горячему и холодному контуру теплообменного аппарата для возможной области полета, начиная с предельно низких температур и заканчивая высокими температурами наружного воздуха во всем диапазоне высот. Полученные данные можно применять и для определения эксплуатационных характеристик.

Для уточнения результатов расчета внутренний объем теплообменного аппарата разделяется на множество отдельных элементов в соответствии с математическим методом конечных элементов (МКЭ).

Немаловажным фактором, влияющим на точность результатов расчета при сравнении с реальным агрегатом, являются характеристики воздуха во входных каналах теплообменного аппарата:

• Распределение воздуха во входных каналах (диффузорах) по горячему и холодному контуру;

• Гидравлические потери воздуха в зависимости от типа конструкции теплообменного аппарата.

Другим способом уточнения результатов расчета является исключение из математической модели допущения о постоянстве характеристик теплообмена внутри агрегата.

Эффективность внедряемых изменений выполняется за счет сравнения с полетными данными самолета.

Литература

Бирлов И.А. "Совершенствование системы кондиционирования воздуха ближне- и среднемагистральных самолетов" // Гагаринские чтения -2018: XLIV международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов: В 4 т. М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018

Разработка конструкции шпангоута фюзеляжа из полимерных композиционных материалов пассажирского авиалайнера на основе параметрического моделирования

Вай Я.О.
Научный руководитель — Барановски С.В.
МГТУ им. Н.Э. Бауманна, Москва
waiyanoo6977@gmail.com

Авиакомпании и авиационные власти, с учётом возрастающего пассажиропотока и грузоперевозок, предъявляют всё более жёсткие требования к качеству и надёжности авиалайнеров, от чего напрямую зависит стоимость оказываемых услуг. Удешевления можно достичь за счёт повышения массовой эффективности конструкции. Обеспечить такое решение могут современные полимерные композиционные материалы (ПКМ), которые уже показали положительную динамику снижения веса у эксплуатируемых Bombardier CRJ1000, Boeing 737, Airbus A321. Широко применяемый в различного рода обтекателях, аэродинамических поверхностях, хвостовом оперении и даже крыле данный материал мало используется в основной силовой конструкции авиалайнера – фюзеляже. Исключением является Boeing 787 Dreamliner, при разработке которого инженерам удалось достичь доли ПКМ в 50%, что свидетельствует о возможности их использования в такого рода конструкциях. Таким образом, применение ПКМ в конструкции фюзеляжа, в частности шпангоута, является актуальной и перспективной задачей. Цель работы – оптимизация массы и геометрии конструкции шпангоута из полимерных композиционных материалов. На основе анализа конструкций пассажирских авиалайнеров и работ в области проектирования фюзеляжа разработаны геометрические модели шпангоута для различных материалов. Проведён расчёт напряженно-деформированного состояния разработанных моделей шпангоутов из ПКМ под действием эксплуатационных нагрузок. Выбрана оптимальная конфигурация шпангоута с учётом силовой схемы фюзеляжа, в частности балок пола. Оптимизирована конструкция шпангоута с учетом требований по максимальной несущей способности при минимальной массе.

Исследование центробежных насосов на стендовом оборудовании завода-изготовителя

Валынга С.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва
Sergey.Valynga@yandex.ru

В настоящее время имеется ряд случаев отказа центробежных насосов, установленных в семействе отечественных авиационных двигателей и обеспечивающих подачу топлива в форсажную камеру. При разборке на предприятии-изготовителе насосов было обнаружено разрушение клапана запуска.

Для выявления причин разрушения клапана запуска проведены исследования на испытательном стенде завода-изготовителя, в ходе которых были сняты осциллограммы давлений во всех полостях агрегата.

В ходе работ были выявлены забросы давлений в двух полостях агрегата при открытии клапана входа.

Причина забросов, предположительно – попадание топлива под давлением со входа в центробежный насос в пружинную полость клапана запуска, в связи с медленной скоростью срабатывания на закрытие штока сервопоршня, что приводило к резкому закрытию клапана и, как следствие, разрушению.

Для устранения данной проблемы были повторно сняты осциллограммы давлений на этом режиме с разными проливками жиклёра, обеспечивающего скорость перемещения штока сервопоршня на закрытие.

После анализа полученных данных можно сделать вывод, что увеличение проливки жиклёра приводит к уменьшению и, в дальнейшем, устранению заброса давления в клапане запуска.

При детальном анализе работы клапана запуска появилась необходимость посчитать скорость срабатывания узла на закрытие штока сервопоршня в связи с опасностью увеличения нагрузки на гайку при его резком закрытии из-за увеличения скорости.

Были проведены расчеты для оценки опасности увеличения нагрузки на гайку при резком закрытии сервопоршня. По результатам расчетов подтвержден необходимый запас прочности: усилие, действующие на срыв крепежной гайки, в 1,4 раза меньше расчетной нагрузки на данную гайку.

Основываясь на полученные результаты, выявлена возможная причина разрушения клапана запуска, а именно – забросы давлений давления со входа в агрегат при открытии клапана входа.

Во избежание разрушения клапана запуска предлагается увеличить проливку жиклера для увелечения скорости закрытия узла штока с сервопоршнем. Это, в свою очередь, устранит забросы в пружинную полость клапана запуска.

Экономическая эффективность унификации конструкции пассажирского и грузового региональных самолётов в условиях совместного производства

Васин С.С., Гусарова Н.А., Курочкин Д.С.
Научный руководитель — к.т.н. Скворцов Е.Б.
ФГУП «ЦАГИ», Жуковский
harryhatchet@yahoo.com

В основу стратегии разработки регионального транспортного самолёта (РТС), подобно семейству самолётов Ан-24 и Ан-26, положена идея применения унифицированного фюзеляжа, который предназначен не только для грузового варианта с задней рампой, но также для пассажирского и грузового варианта с боковой дверью для перевозки генеральных грузов. Отличием пассажирского варианта является более высокое расположение пола кабины для размещения пассажирских мест и обеспечения подпольного пространства для контейнеров. На этой основе разработана геометрия двух вариантов регионального транспортного самолёта типа «высокоплан». Определены основные технические характеристики вариантов.

Принято, что грузовой и пассажирский самолеты будут иметь одинаковые двигатели, полностью унифицированными будут крыло, оперение, силовая установка, шасси. В качестве специальных (или частично унифицируемых) агрегатов рассмотрены конструкция фюзеляжа, оборудование и снаряжение.

Оценка влияния унификации обеих моделей РТС на себестоимость грузового варианта выполнена с учетом известного эффекта снижения трудоемкости работ с увеличением числа произведенных изделий (кривая обучения). В расчете экономических характеристик принято, что планируемая серийность пассажирского самолета составит 500 шт. Предусмотрено, что при выполнении программы производства пассажирского самолета после изготовления 150-го изделия начнется программа производства грузового самолета серией в 300 шт. Тогда трудоемкость 150-го пассажирского самолета будет определять трудоемкость первого экземпляра грузового самолета с учетом модификаций фюзеляжа и оборудования.

Выполнена предварительная оценка экономической эффективности унификации моделей регионального транспортного самолета. В результате получена себестоимость грузового унифицированного самолета, которая может составить примерно 38 млн. долл., и это на 25 % меньше стоимости неунифицированного самолета стоимостью 51 млн. долл. Для сравнения полученных данных отметим, что стоимость пассажирского самолета составляет примерно 42 млн. долл.

Сравнение грузового РТС с самолетами-аналогами, стоимость которых по данным на 2014 год составляет примерно 40 млн. долл. для С-295 и 52 млн. долл. для С-27J, показывает, что несмотря на преимущества РТС в крейсерской скорости (800 км/ч) и дальности полета, объеме грузовой кабины (90 м3) и номенклатуре грузов, ему сложно конкурировать с уже существующими самолетами этого же класса, уступая им в цене. Благодаря унификации его себестоимость снижается, что становится ценовым конкурентным преимуществом в дополнение к эксплуатационным преимуществам РТС на рынке транспортных рамповых самолетов грузоподъемностью 8–12 т.

Разработка концепции авиационного транспортного комплекса

Гвоздев Н.Д., Коноплева В.М., Васин С.С.
Научный руководитель — д.т.н. Бузулук В.И.
ФГУП «ЦАГИ», Жуковский
mr.gvozdev93@mail.ru

В настоящее время транспортные самолёты с грузовой рампой являются авиационной техникой двойного применения, которая в силу особенностей и исторически сложившихся факторов получила широкое распространение не только в государственной, но и в коммерческой авиации, особенно в Российской Федерации. С этим связано особое внимание к их развитию, в частности, к созданию опережающего научно-технического задела в обеспечении создания эффективного ВТС, грузоподъемностью 8–12т, привлекательного для мирового рынка в этом классе.

В качестве основных технологических требований к конкурентоспособности регионального транспортного самолета (РТС) приняты:

• Универсальная конструкция для многоцелевого применения (пассажирский, грузовой, военно-транспортный, специальный самолет);

• Скорость крейсерского полета, соответствующая M=0,75÷0,8 (вместо обычной M=0,4÷0,45);

• ТРДД нового поколения (экономия топлива);

• Меры по улучшению экологических характеристик (шум, эмиссия);

• Применение ОВТ в энергетической системе управления самолетом (точность приземления, безопасность посадки в условиях сильного ветра, безопасный уход на второй круг);

• Опция – выдвижная гипернесущая поверхность в сочетании с ОВТ (КВП);

• Ускоренный запуск двигателей (быстрое покидание аэродрома).

Современный проект РТС должен существенно превосходить современные ВТС – конкуренты, прежде всего в области недоступной для них номенклатуры перевозимых грузов, в т.ч. тяжёлых контейнеров. В основе концепции лежит идея применения унифицированной конструкции фюзеляжа с выбором оптимального размера грузовой кабины, которую можно использовать не только в грузовом варианте с задней рампой, но и для пассажирского и грузового самолета с боковой дверью для перевозки генеральных грузов. Унифицированная конструкция фюзеляжа позволит обеспечить не только размещение в широкой номенклатуре полезной нагрузки, но и высокий уровень комфорта пассажиров, соответствующий узкофюзеляжным магистральным самолётам.

В качестве уникальной инновации в проекте РТС предусмотрена его интеграция с перспективным тяжелым вертолётом (ПТВ) в составе авиационного транспортного комплекса (АТК) с общей номенклатурой грузов. Такой АТК по принципу действия может рассматриваться как альтернатива конвертоплану, если будет обеспечена быстрая автономная передача грузов на земле от одного аппарата другому. Тогда обеспеченный общим проектом АТК полёт РТС на дальность и вертикальные взлет/посадка ПТВ класса Ми-6 в безаэродромных условиях создадут новый комплекс потребительских свойств для труднодоступных районов страны. Зарубежный опыт показывает, что создание конвертоплана с аналогичными возможностями является исключительно сложной задачей, требует от разработчика больших затрат времени и средств и отличается высокими рисками технической реализации.

Центральной проблемой в выполнении транспортной операции самолета и вертолета является возможность передачи грузов от одного транспортного средства другому без применения наземных средств погрузки. Это особенно важно в условиях промежуточной посадки на грунтовую площадку для доставки грузов в отдалённые пункты со сложными климатическими условиями и с ограниченными условиями базирования. Конструкция кормовой части современных самолетов и вертолетов не позволяет справиться с этой задачей. Необходимо принципиально новое кормовое транспортно-грузовое устройство и новая конфигурация фюзеляжа для самолета и вертолета с определением наиболее эффективной схемы вертолета для его беспрепятственной интеграции с РТС.

Для создания концепции АТК необходимо решение ряда задач в т.ч.:

• Разработка унифицированных технологий кормового транспортно-грузового устройства для самолета и вертолета;

• Разработка технологии автономной беспрепятственной передачи грузов при эксплуатации без наземных средств обслуживания;

• Унификация конструкции грузовой кабины самолета и вертолета для выполнения транспортных операций с общей номенклатурой грузов;

• Унифицированные технологии бортовых систем, оборудования и снаряжения, средств наземной эксплуатации;

• Определение схемы вертолета, наиболее эффективной для интеграции с самолетом.

Конструктор П.О. Сухой

Голубков С.П.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Волкова Н.П.
МАИ, Москва
stan.milren@mail.ru

Павел Осипович Сухой является выдающимся советским авиаконструктором, доктором технических наук, одним из основателей советской реактивной и сверхзвуковой авиации.

Он стал одним из первых советских авиаконструкторов, который возглавил работы в области создания реактивной авиации, создав несколько опытных реактивных истребителей.

В 1940 году П.О. Сухой был назначен на пост главного конструктора КБ (на базе которого выросло знаменитое сегодня на весь мир КБ Сухого), базировавшегося на заводах Москвы и Подмосковья, и одновременно был директором этих заводов.

В период Великой отечественной войны основные силы завода № 286 были направлены на дооборудование серийных самолетов Су-2 с бронезащитой штурмана и реактивным вооружением. В связи с приближением фронта к Москве, в октябре завод был переведен в г. Молотов (ныне Пермь) и объединен с эвакуированным заводом № 135. Было развернуто серийное производство штурмовика Ил-2, ограничив производство Су-2 (всего же с 1940 по 41 год было выпущено 910 самолетов Су-2).

Весной 1943 года начались заводские испытания модифицированного двухместного штурмовика Су-6, а летом он успешно прошел государственные испытания и был рекомендован в серийное производство, но по ряду причин так и не пошел в производство. К сентябрю 1943 года, в основном, завершилась реэвакуация завода № 289 на территорию бывшего завода № 464 в г. Тушино.

В феврале 1945 года Сухого Павла Осиповича утвердили директором и главным конструктором завода № 134. Параллельно с созданием авиационной техники на данном заводе проводилась реконструкция лабораторной базы и производственных цехов, оснащение их дополнительным оборудованием, была организована исследовательская лаборатория, предназначенная для доводки опытных агрегатов гидравлических и пневматических приводов.

Всего за 10 лет самостоятельной деятельности в ОКБ П.О. Сухого было разработано более 70 проектов самолетов различных типов, около 20 из них реализованы.

Впервые в СССР проводились работы по реактивному истребителю-перехватчику (Су-15), бронированному реактивному штурмовику (Су-14), специализированному разведчику-корректировщику артиллерийского огня (Су-12).

ОКБ одним из первых в стране продолжило реализацию проекта 12 местного пассажирского самолета.

В декабре 1949 года распоряжением правительства и приказом МОП П.О. Сухого назначили заместителем главного конструктора завода № 156 А.Н. Туполева. (ОКБ П.О. Сухого прекратило самостоятельную деятельность).

Приказом по МОП от 14 мая 1953 года Павла Осиповича назначили главным конструктором ОКБ-1 для копирования трофейного американского истребителя F-86 “Sabre”, однако после смерти И.В. Сталина задачу сочли неактуальной, и новому главному конструктору было поручено создание новых скоростных истребителей.

В опытном производстве началась постройка истребителя С-1, а позднее и перехватчика Т-3. Первый успех пришел весной 1956, когда на опытном С-1 в полете была достигнута скорость 2000 км/час, как итог, вскоре было принято решение о внедрении самолета в серию на заводе №126 под обозначением Су-7.

Во второй половине 50-х, кроме истребителя С-1 (Су-7) и перехватчика Т-3 в планах появлялись все новые и новые модели – истребитель-бомбардировщик Су-7Б, перехватчики П-1 и Т-37, ракета класса «воздух-воздух» К-9. Пик экстенсивного развития ОКБ пришелся на 1959-61 годы, когда на предприятии прошло укрепление существующих бригад до отделов и дальнейшая специализация внутри них.

Благодаря Генеральному конструктору и его ближайшим соратникам в ОКБ сложился спокойный и демократичный стиль руководства, что способствовало творческому труду всего коллектива. Важным атрибутом такой работы были регулярные заседания научно-технического совета, на котором рассматривались наиболее сложные технические проблемы. Членами НТС являлись руководители ОКБ, начальники основных конструкторских подразделений.

В ходе проектирования были реализованы новые технические решения, исследования, выполненные в ОКБ совместно со смежными предприятиями, которые позволили существенно поднять общий «интеллектуальный уровень» отрасли, создав определенный научно-технический задел для будущих работ ОКБ П.О. Сухого.

Снижение радиолокационных характеристик перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов методом искусственного плазмообразования

Гудзенко С.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гусейнов А.Б.
МАИ, Москва
impulse.flex@gmail.com

Перспективным направлением развития военной техники является создание гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА) различных типов со скоростями полёта не менее M=5. Уже сейчас агентство перспективных оборонных разработок министерства обороны США объявило тендер на разработку систем защиты от атмосферных гиперзвуковых маневрирующих ракет и планеров. Снижение радиолокационной заметности для ГЛА является приоритетной задачей так как дальность обнаружение радиолокационных станций около 10000 км. Стандартные методы снижения радиолокационной заметности, а именно

– Радиопоглощающие покрытия (материалы) (РПП, РПМ),
– Выбор формы облика,
– "Малозаметный" воздухозаборник,

не получится использовать из-за условий гиперзвука M > 5, в следствии чего будут высокие температуры T>500.

На сегодняшний день перспективным направлением по снижению радиолокационной заметности ГЛА является искусственное плазмообразование. Плазма в зависимости от концентрации в ней электронов может как отражать электромагнитную волну (ЭМВ) так и поглощать, а так же быть радиопрозрачной. Воздухозаборник ГЛА одно из самых "заметных" мест, из-за многократного переотражение он имеет самый большой ЭПР. Для снижение ЭПР воздухозаборника а вследствие всего аппарата в целом предлагается использовать данный метод. В данной работе будут рассмотрены принципы снижения ЭПР воздухозаборника ЛА с гиперзвуковым прямоточным воздушно-реактивным двигателем, так же будут рассмотрены от чего зависит электромагнитные свойства плазмы.

О повышении точности фрезерной обработки пера моноколеса

Гузев Д.А.
Научный руководитель — Жидяев А.Н.
Самарский университет, Самара
guzevd.a@mail.ru

Современные авиационные газотурбинные двигатели должны отвечать требованиям относительно надежности, минимального веса, высокой эффективности, экономичности и долговечности. Использование моноколес в конструкции осевого компрессора позволяет добиться снижения его массы до 30 % от исходного значения и повысить критическое число оборотов [1].

Моноколесо или блиск (от английского blisk – bladeddisk) – это рабочее колесо, в котором лопатки выполнены с диском как единое целое. Главным преимуществом конструкции моноколес является отсутствие трудозатратных замковых соединений лопаток с диском, а также отсутствие проблем, связанных с обеспечением прочности и долговечности (концентрация напряжений в замковых пазах дисков, коррозия на контактных поверхностях и снижение вибропрочности лопаток и дисков) [2].

Существуют различные методы изготовления моноколес. В этой статье будет рассмотрено получение лопаток моноколес из монолитной заготовки путем осуществления операций формообразования при помощи 5-осевого фрезерного станка с ЧПУ. Данный метод является традиционным, позволяет получить большую номенклатуру блисков различных размеров и конфигурации.

Монолитную заготовку в виде «шайбы» получают штамповкой в закрытом штампе. Далее происходит обработка заготовки на токарном станке. Сначала производим черновую обработку заготовки: точение наружного контура с подрезкой торца, растачивание отверстия с подрезкой другого торца. Далее происходит чистовое точение наружного контура с двух сторон, а потом чистовое растачивание отверстия.

После этих операций заготовка устанавливается на 5-осевой фрезерный станок, у которого ось вращения стола расположена горизонтально. Производится черновое фрезерование межлопаточных каналов, затем получистовое фрезерование пера лопатки. Завершается технологический процесс чистовой обработкой пера лопатки и «дна» межлопаточного канала.

Целью данной работы является повышение точности фрезерной обработки пера моноколеса на основе управления припуском.

Перо лопатки моноколеса – самый маложесткий элемент детали. Обработка этой части моноколеса является сложной технологической задачей, так как из-за низкой жесткости снижается точность формообразования и могут возникать вибрации. Это напрямую зависит от припуска, который снимает фреза за один чистовой проход, и других технологических параметров.

Межлопаточные каналы фрезеруются концевыми фрезами с переходным радиусом, а все остальные операции выполняются концевыми фрезами со сферическим торцом. Чистовая обработка пера моноколеса производится по траектории непрерывной «спирали».

Припуск может быть как равномерным, так и неравномерным. Настройка равномерного припуска осуществляется с помощью CAM-системы SiemensNX при разработке управляющих программ. Задавая разные значения припуска, оставляемого под финишную обработку на получистовом этапе, можно получить разное по точности перо моноколеса при чистовой обработке.

Настройка неравномерного припуска осуществляется с помощью CAD-системы SiemensNX. В этом модуле создается 3D-модель моноколеса с оставленным после получистовой обработки неравномерным припуском для чистовой обработки.

Найденные значения и форма припуска позволяют повысить точность обработки пера моноколеса.

Список литературы

1.Иноземцев А.А. Газотурбинные двигатели. Т.2. Пермь: ОАО «Авиадвигатель». 2006. 365 с.

2. Крымов В.В. Производство лопаток газотурбинных двигателей. – М.: Машиностроение. 2003. 376 с.

Моделирование теплового баланса гермокабины пассажирского самолета с помощью системы AMESim

Гусаркин С.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Скиданов С.Н.

МАИ, Москва

gluk-369@yandex.ru

В настоящее время развитие современной пассажирской авиации в мире происходит очень стремительно. С каждой новой моделью авиалайнеров изменяются их характеристики: дальность полета становится выше, а удельный расход топлива на пассажира ниже. Также повышается комфорт пассажиров, что достигается применением различных новшеств интерьера, таких как мультимедийная система или адаптивная подсветка салона. Но самой важной составляющей частью комфорта пассажиров современного авиалайнера является его система кондиционирования воздуха.

Требования, предъявляемые к современным системам кондиционирования воздуха, становятся жестче. К таким требованиям можно отнести, например, обеспечение комфортных условий в гермокабине в экстремальных условиях окружающей среды на земле или «очередной» выход пассажирской авиации на сверхзвуковые скорости. Также постоянно увеличивается объем опытно-конструкторских работ при незначительном повышении производительности труда конструктора. Поэтому следует вводить современные методы и способы расчета и проектирования, которые могут помочь инженерам более эффективно разрабатывать современные системы самолета, снижая свои временные затраты. Одним из таких способов расчета и помощи при проектировании может служить одномерное функциональное моделирование.

В ходе работ была разработана математическая имитационная модель теплового баланса гермокабины самолета прототипа с помощью программного комплекса AMESim. В модели учитывается полная тепловая нагрузка гермокабины на различных режимах полета. Моделирование элементов гермокабины, а также тепловой расчет проводились с помощью стандартных компонентов соответствующих библиотек AMESim.

Для проведения оценки возможности построения модели теплового баланса были найдены потребные целевые температуры воздуха при постоянном массовом расходе воздуха из системы кондиционирования в гермокабину, необходимые для обеспечения требуемой температуры в салоне и кабине экипажа. Эти значения сравнивались с посчитанными с помощью стандартной методики целевыми температурами воздуха системы кондиционирования. Также, оценивалось влияние значения коэффициента теплоотдачи поверхности стенок и остекления внутри салона и кабины экипажа на температуру воздуха в гермокабине, а также на соответствие температур внутренних поверхностей салона и кабины экипажа отраслевым требованиям к проектированию систем кондиционирования.

Относительная погрешность расчета составила порядка 3–7%.

Влияние энергетической системы управления на технические системы самолета транспортной категории

Гусарова Н.А.
Научный руководитель — к.т.н. Скворцов Е.Б.
ФГУП «ЦАГИ», Жуковский
ninacher_92@mail.ru

Существует проблема безопасного управления самолетом на скоростях, меньше крейсерской, в т.ч. на взлете, посадке и переходных режимах, где происходит большая часть аварийных ситуаций. Это связано с ограниченной эффективностью аэродинамических органов управления.

Для маневренных самолетов найдено техническое решение этой проблемы с помощью отклонения вектора тяги. Аналогичных решений для неманевренных самолетов транспортной категории еще не существует.

Первоочередной задачей применения отклоняемого вектора тяги (ОВТ) гражданского самолета является определение полезных эффектов и их влияния на технические системы. Так, получено, что при ограниченных эксплуатационных скоростях тяга работающих двигателей больше или соизмерима с аэродинамическими силами, действующими на самолет. Поэтому применение ОВТ существенно улучшает управляемость самолета, сокращая время переходных процессов.

В классической конфигурации двухдвигательного самолета нормальная балансировка самолета на взлете может быть обеспечена аэродинамическими органами управления. Применение ОВТ на взлете позволяет создать дополнительную вертикальную составляющую тяги двигателя и соответствующий кабрирующий момент, что облегчает работу горизонтального оперения (ГО). Благодаря этому потребная площадь ГО в классической конфигурации может быть уменьшена на 11%.

В случае отказа двигателя на разбеге ОВТ позволяет создать восстанавливающий момент рыскания и тем самым снизить требования к размерам вертикального оперения. Площадь вертикального оперения (ВО) может быть уменьшена на 8%.

Для обеспечения максимума дальности полета и минимума расхода топлива в крейсерском полете существует оптимальный угол отклонения вектора тяги. Наибольшее улучшение (около 1%) обеспечивается при размещении двигателей в носовой части фюзеляжа. Совокупное влияние нескольких факторов (оптимальное ОВТ, уменьшение оперения, возможный сдвиг центровки при повышении надежности системы управления) может по предварительным оценкам обеспечить примерно 3–4% -ное уменьшение расхода топлива и, следовательно, эмиссию CO2. При исследовании траектории взлета наибольшее увеличение угла наклона траектории (+2%) на безопасной скорости взлета достигается при использовании двигателей с ОВТ в хвостовой части фюзеляжа.

Итак, предварительные исследования показали, что применение ОВТ имеет потенциал улучшения эксплуатационных характеристик гражданского самолета. Получено, что основным полезным эффектом ОВТ является возможность улучшить динамику управления самолетом по крену, тангажу и рысканию. Независимая система ОВТ может создать дополнительное резервирование и улучшить безопасность полета на режимах взлета/посадки и набора высоты, для которых по статистике характерно наибольшее число аварийных ситуаций. Кроме того, возможно некоторое уменьшение расхода топлива, эмиссии CO2 и шума на местности.

Создание макета структурно-параметрической модели космического корабля «СОЮЗ»

Дерюгин А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
waie.99@mail.ru

Системы автоматизированного проектирования занимают особое место в сфере информационных технологий. Современные автоматизированные системы представляют сложную технологию. В САПР выделяют семь основных видов обеспечения: техническое; математическое; программное; информационное; лингвистическое; методическое; организационное. Все эти виды обеспечения охватывают деятельность и сопровождающую ее на производстве документацию, регламентирующую работу и учитывают специфику инженерных, конструкторских, технологических и плановых отделов предприятий, использующих средства вычислительной техники.

Программный комплекс NX представляет собой среду автоматизированного проектирования и производства для промышленных предприятий различных отраслей экономики. Siemens NX лидирует на рынке программных продуктов, благодаря большому опыту в области автоматизированной подготовки производства. Данная система представляет собой законченную,

полнофункциональную систему, позволяющую решить проблему создания, внедрения и дальнейшего сопровождения изделия на протяжении всего его жизненного цикла.

В системе автоматизированного проектирования была создана модель корпуса космического корабля «СОЮЗ» (рисунок 1) в натуральную величину.

Исследование элементов космического корабля «Союз» позволило изучить основные характеристики моделируемого объекта, выделить компоненты (детали, узлы), которые войдут впоследствии в технологическую структурно-параметрическую модель.

На основе проведенного моделирования элементов модели космического корабля «Союз» была создана структурно–параметрическая модель корабля, включающая расчет геометрических параметров объекта. В полученной модели возможно изменять длину корпуса отсеков. Эти результаты расчетов позволяют оценить возможность перевозки полезных грузов на МКС, что в конечном итоге приводит к выбору его наиболее оптимальных конструктивных и функциональных характеристик.

Конструкция весовой аэродинамической модели для испытаний в промышленной трансзвуковой аэродинамической трубе на примере проекта магистрального пассажирского самолета

Дюг А.Ю., Жоголев Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Вермель В.Д.
ФГУП «ЦАГИ», Жуковский
dm9204r@mail.ru

Экспериментальные исследования аэродинамических моделей в промышленных аэродинамических трубах на различных режимах полета являются одним из важнейших этапов при создании современного летательного аппарата.

При проведении весовых испытаний в трансзвуковой аэродинамической трубе исследуется физика обтекания поверхности модели, а также определяется совокупность аэродинамических сил и моментов, действующих как на модель в целом, так и на отдельные ее элементы, на взлетно-посадочном и крейсерском режимах полета.

В процессе проведения весовых испытаний на трансзвуковых скоростях, на модель действуют большие статические и динамические нагрузки, создаваемые набегающим потоком. В связи с этим к модели предъявляются строгие требования, связанные с прочностью и жесткостью конструкции. Как правило, основным силовым элементом модели является сердечник [1], который располагается по всей длине фюзеляжа и воспринимает нагрузки со всех нагруженных агрегатов модели, таких как крыло, хвостовое оперение, стойки шасси и т.д. Кроме требований к обеспечению достаточной прочности, предъявляются требования к качеству аэродинамических поверхностей (шероховатость поверхности, точность изготовления), омываемых воздушным потоком. Эти требования связаны с необходимостью получения адекватных данных при проведении эксперимента. Ещё одно требование, предъявляемое к аэродинамическим моделям при проведении весовых испытаний – требование по ограничению массы изделия. Данное требование связано с ограничениями, накладываемыми на подвесное устройство, задействованное при эксперименте.

В докладе описывается конструкция весовой аэродинамической модели [2] на примере проекта магистрального пассажирского самолета, требования, предъявляемые к таким моделям, особенности членения, крепления в рабочей части аэродинамической трубы [3], основные конструкторские решения, которые были разработаны при проектировании [4].

Список литературы

1. Григорьев И.В., Громышков А.Д., Жирихин К.В., Копылов А.А., Левицкий А.В., Севостьянов С.Я., Шардин А.О., Юстус А.А. Крупномасштабная аэродинамическая модель пассажирского магистрального самолета для испытаний в аэродинамической трубе АДТ Т-104 ЦАГИ с имитаторами двигателей.

2. А.О. Шардин, А.А. Копылов, С.Я. Севостьянов, А.Д. Громышков, А.А. Юстус, И.В. Григорьев, К.В. Жирихин, А.В. Левицкий, Д.С. Руденко. Проектирование и изготовление крупномасштабных моделей самолётов для исследования аэродинамических характеристик в аэродинамической трубе на примере типовой модели пассажирского самолёта. Известия Самарского научного центра Российской академии наук Т. 18. Номер 3. 2016.

3. А.О. Шардин, А.А. Юстус. Конструкции моделей пассажирских самолетов для испытаний на килевой державке в АДТ Т-128 ЦАГИ

4. Громышков А.Д., Левицкий А.В., Розин И.В. Модификация модели пассажирского самолёта для определения весовых характеристик механизированной консоли крыла в АДТ Т-106

К вопросу обеспечения защиты от обледенения самолета–штурмовика за счет применения противообледенительной системы

Золотухин И.С., Аксенов А.Г.
Научный руководитель — Аверин А.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
averin_72@mail.ru

На современном театре военных действий Воздушно – космические силы (ВКС) играют одну из наиболее важных ролей и представляют собой наиболее оперативный и маневренный вид войск. Одним из родов ВКС является оперативно-тактическая авиация, способная решать задачи различного характера, такие как разведка, подавление сил противника, прикрытие сил и средств своих войск на поле боя.

Однако выполнению поставленной боевой задачи могут препятствовать погодные условия, особенно при полёте в атмосфере, содержащей переохлаждённые капли воды. В процессе полета через зону, где имеются условия для обледенения, лед обычно образуется на всех лобовых поверхностях самолета. Доля крыла и хвостового оперения в этом плане составляет около 75%, и именно с этим связано большинство тяжелых летных происшествий, случившихся из-за обледенения, которые имели место в практике полетов мировой авиации.

Таким образом, для решения данной проблемы предлагается оборудовать самолёт – штурмовик Су–25 противообледенительной системой несущих поверхностей. Это позволит поднять самолёт на большую высоту полёта, преодолевая ПВО противника, участвовать в подавлении сил противника в плохих метеорологических условиях, при низких температурах.

Для борьбы с обледенением летательные аппараты оборудуются противообледенительной системой, принцип действия которой основан на одном из следующих способов защиты: механическом, физико-химическом или тепловом.

Механический способ заключается в разрушении образовавшегося льда с помощью силового воздействия и удаления его обломков набегающим потоком.

Физико–химический способ заключается в использовании жидкостей или составов, растворяющих воду и лёд и понижающих температуру замерзания образующейся смеси.

Тепловой способ заключается либо в постоянном обогреве защищаемой поверхности для предотвращения образования льда, либо в периодическом подплавлении ледяного нароста и сбрасывании его под действием скоростного напора.

Воздушно–тепловые противообледенительные системы постоянного действия – наиболее распространённые и простые системы. Основным источником горячего воздуха для них является компрессор ГТД, но могут находить применение и калориферные обогреватели и теплообменники, обогреваемые выхлопными газами (на летательных аппаратах с поршневыми двигателями).

На ранних стадиях проектирования ЛА можно дать приближённую оценку массы противообледенительной системы и энергозатрат на её функционирование [Л].

Исходя из вышеизложенного предлагается оборудовать самолёт-штурмовик Су–25 противообледенительной системой несущих поверхностей. Воздушно–тепловая противообледенительная система является наиболее подходящей для данного летательного аппарата. Оценка установочной массы противообледенительной системы самолёта по отношению к его взлётной массе позволяет внедрить данную систему. Благодаря незначительному увеличению экономических затрат происходит повышение безопасности полёта, сохранности жизни экипажа и сохранению воздушного судна.

Литература

Системы оборудования летательных аппаратов: Учебник для студентов высших технических учебных заведений/ М.Г. Акопов, В.И. Бекасов и др.; Под ред. А.М. Матвеенко и В.И. Бекасова. – М.: Машиностроение, 2005. С. 417-429.

К вопросу о повышении живучести гидравлической системы летательных аппаратов

Зюбанов Д.А.
Научный руководитель — Федоркевич И.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Ivanfed.78@mail.ru

В соответствии с современными взглядами, область боевого применения авиации значительно расширяется, увеличивается объем решаемых в операциях задач и их пространственный размах.

В этой связи значительно возрастает роль боевой живучести летательного аппарата, которая является одним из важнейших эксплуатационных свойств, так как при воздействии средств поражения сохранение летательного аппарата и выполнение боевого задания возможно только за счет его высокой боевой живучести. Как показывает опыт боевых действий, из всех частей конструкции, поражение самолетных силовых систем (гидравлической, пневматической, электрической) является одной из главных причин поражения летательного аппарата. Это объясняется тем, что самолетные силовые системы имеют большую относительную площадь и могут быть поражены даже за счет действия вторичных осколков. Особо необходимо выделить гидравлическую систему (ГС):

• Во-первых, ГС может быть поражена даже при отсутствии прямого попадания снарядов и осколков в агрегаты систем, так как наличие даже небольшой площади повреждений систем от вторичных осколков, в большинстве случаев приводит к полному выходу ГС из строя;

• Во-вторых, так как в основном ГС предназначена для приведения в движение агрегатов системы управления полетом ЛА, то их выход из строя во многих случаях приводит к поражению ЛА;

• В-третьих, большая разветвленность ГС и ее тесная взаимосвязь с остальными частями конструкции ЛА, при поражении данных частей конструкции, приводит к развитию вторичных последствий воздействия средств поражения на различных этапах боевого задаия, возможности парирования которых ограничены.

Именно поэтому обстоятельство требует уделять обеспечению боевой живучести гидравлической системы особое внимание.

В работе предлагается применить гидропневмокомплекс в конструкции ГС самолета Су-25. Гидропневмокомплекс предназначен для аварийного управления потребителями гидравлической энергии из группы с катастрофическими последствиями отказов, а также для надежности и живучести летательного аппарата. Гидропневмокомплекс содержит две автономные гидросистемы с источниками питания и потребителями, включающими в себя дополнительные газовые емкости – баллоны [Л].

Достоинства гидропневмокомплекса:

• Дает возможность управления летательным аппаратом до выхода на режим ката-пультирования или на штатный режим пилотирования;

• Уменьшает потерю гидравлической жидкости за счет подачи газа в трубопроводы.

Недостатками гидропневмокомплекса являются:

• Обеспечивает кратковременное управление потребителями;

• Сложность в эксплуатации.

Литература

Конструкция самолета СУ-25: Учебное пособие / И.А. Гурьянов, Ю.С. Харламов. – Воронеж: СВВАИУ (ВИ), 2006 г.

Применение современных лазерных измерительных систем в авиастроении

Кабирова А.Р.
Научный руководитель — доцент, Левшонков Н.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
alina-kab@mail.ru

Основной задачей машиностроительного предприятия является изготовление качественного, конкурентоспособного продукта. Для выполнения данной задачи требуется не только высокоточное и производительное оборудование, но и современные средства метрологического обеспечения.

Высокая конкуренция в авиационной промышленности способствует повышению технико-экономических показателей летательных аппаратов, задавая жесткие допуски на изготовление продукции в сжатые сроки. Для выполнения поставленных задач широко применяются промышленно-геодезические системы.

На сегодняшний день разработаны различные типы приборов для измерения координат. Каждый из них подходит для определенного приложения. Для обмера небольших деталей, шаблонов и сборных узлов предпочтительны стационарные координатно-измерительные машины, производящие повторяющиеся измерения быстро и точно. Недостатками данных машин является отсутствие мобильности, ограниченность в радиусе измерений и дороговизна.

Для измерения средних и больших деталей предпочтительны мобильные координатно-измерительные машины, среди которых наиболее распространены лазерные трекеры.

Основным преимуществом лазерного трекера в авиастроении является его способность производить измерения в самых труднодоступных местах самолета (носовой части самолета, хвостовой части фюзеляжа, места стыковки агрегатов самолета).

Принцип работы лазерного трекера прост для понимания: он измеряет два угла и расстояние [1].

В конструкцию лазерного трекера введены два датчика угла поворота (ДУП) [2], которые служат для определения углового положения визирной оси трекера. Положение визирной оси определяется по повороту по оси азимута и по оси высоты. По значениям, полученным от ДУП, и зная измеренное трекером расстояния до неё, можно вычислить положение цели (уголкового отражателя) с большей точностью. Уголковый отражатель, применяемый для измерений в конструкции лазерного трекера, монтируется в сфере из твердого сплава. Центр сферы должен совпадать с точкой пересечения зеркал отражателя. Таким образом, расстояние от точки касания сферой объекта измерений до центра отражателя всегда равно радиусу сферы, что позволяет вычислять положение измеряемого объекта, внося поправку на радиус.

Для завершения процесса измерения трекером координат точек применяется программное обеспечение, которое интерпретирует облако измеренных точек как положение геометрических объектов, таких как, например, точки, сферы, плоскости или цилиндры. При необходимости выполняется перевод данных из системы координат трекера в удобную для предоставления пользователю.

Проверка устанавливаемых элементов проводится следующим образом:

1. Устанавливаем трекер на исходную позицию.

2. Привариваем по всей области рамы стапеля шайбы для обеспечения меньших погрешностей при входе в систему координат.

3. Для начала необходимо войти в систему координат стапеля по базовым узлам стапеля. Для этого:

1) с помощью трекера определяем координаты базовых узлов стапеля;

2) с помощью взаимосвязей в программе (SpatialAnalyzer) совмещаем замеренные точки с электронной моделью стапеля.

4. Выставляем деталь на её требуемую позицию. Затем фиксируем ее с помощью необходимых крепежей (болтов, заливка цементной массы).

5. Определяем координаты выставленной детали и составляем протокол по отклонениям.

Из существующих координатно-измерительных систем различных типов лазерные трекеры выделяются высокой точностью, сочетающейся с большим измерительным объемом, а также малым временем подготовки к измерениям.

Оператору не требуется предварительно подготавливать программу измерений, как в случае стационарных ЧПУ КИМ или лазерных радаров. Портативность и малое время приготовления к измерениям относят лазерные трекеры к числу самых гибких и универсальных КИМ широкого профиля.

Уникальное сочетание свойств и характеристик обеспечивает возможность измерения объектов разных размеров и сложной формы, позволяют создавать математические модели объектов с возможностью их хранения и анализа [3].

Таким образом, модернизация технологических процессов и внедрение новых технологий в авиационной промышленности ведут ко всё большему распространению лазерных трекеров, что так же накладывает отпечаток на работу со старыми и менее совершенными технологиями, приводя к их постепенному изменению и/или вытеснению.

Список литературы

1. Гришанов В.Н. Современные лазерные измерительные системы в производственном цикле космической техники / В.Н. Гришанов, А.А. Ойнонен // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета: сборник статей. – Самара. 2012. – С. 24-34.

2. Волков В.Г. Методы измерения дальности до объекта наблюдения и его координат с помощью приборов визуализации изображения / В.Г. Волков, П.Д. Гиндин // Оборонный комплекс–научно-техническому прогрессу России. 2015. № 3 (127). С. 63-70.

3. Лысыч М.Н. Объемные измерительные системы / М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов, Б.Р. Трубчанинов // Молодой ученый. 2014. №11. — С. 73-77.

Анализ эффективности швартовки лопастей несущего винта вертолета при статическом воздействии ветра

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

Вследствие ряда особенностей аэроупругих характеристик невращающиеся лопасти несущего винта вертолета весьма чувствительны к ветровому воздействию. При этом уровень действующих на лопасть нагрузок соизмерим с нагрузками, действующими в полете. Традиционно для обеспечения сохранности лопастей в стояночном положении при высоких скоростях ветра используется швартовка. Она представляет собой гибкий трос один конец, которого прикрепляется к швартовочному узлу на лопасти, распложенному обычно в концевом сечении, а другой – к швартовочному узлу на фюзеляже или шасси вертолета. При швартовке согласно инструкции предусмотрено некоторое предварительное натяжение троса, создающее дополнительную деформацию лопасти на величину, составляющую 5-10% от статической деформации под действием собственной массы лопасти.

Невращающаяся лопасть несущего винта по своим характеристикам относится к гибким стержням, имеющим прогибы в пределах упругих деформаций материала, соизмеримые с их длиной. Это обуславливает необходимость рассмотрения задачи о ветровом нагружении зашвартованной лопасти в нелинейной постановке.

В настоящей работе параметры напряженно-деформированного состояния лопасти, необходимые для анализа эффективности швартовки, получены на базе нелинейной модели, учитывающей как геометрические, так и аэродинамические нелинейности. Реализована вычислительная схема решения исходного нелинейного уравнения нагружения лопасти, построенная на основе метода последовательных возмущений параметров В.В. Петрова. Статическое нагружение рассматривается как процесс, развивающийся при монотонном возрастании параметра нагружения. Интервал изменения нагрузки путем пошагового приложения ее малыми приращениями разбивается на шаги, для каждого из которых решается линеаризованная краевая задача. Полученное таким образом деформированное состояние лопасти на текущем шаге принимается за исходное для следующего шага нагружения. Для коррекции погрешностей на каждом шаге нагружения использован итерационный процесс, позволяющий осуществлять вычисления с заданной точностью.

Анализ эффективности швартовки произведен на основе расчётов, выполненных для зашвартованной и незашвартованной лопастей несущего винта вертолёта Ми-8.

Анализ проблем, связанных с разработкой сверхзвукового самолета нового поколения, влияющих при формировании облика гражданского сверхзвукового летательного аппарата

Кипиченко Д.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лисейцев Н.К.
МАИ, Москва
egoimper@mail.ru

В быстроразвивающемся мире важнейшим ресурсом становится время и скорость реакции принятия решений. При этом не появилось новых безопасных, гибких и удобных средств перемещения делегаций, кроме как быстрое перемещение авиатранспортом.

Из вышесказанного появляется необходимость возобновления программы сверхзвуковых пассажирских и деловых самолетов (СПС, СДС) как необходимость увеличении скорости реакции доступными способами, при этом отвечающими современным требованиям, предъявляемым к транспорту с точки зрения безопасности и экологии.

В свете разговоров и планов создании СДС нового поколения, необходимо проанализировать опыт предыдущих сверхзвуковых пассажирских самолетов, определить проблемы и факторы, связанные с особенностью сверхзвукового длительного крейсерского полета на большой высоте. Необходимо определить причины неполучения широкого распространения СПС первого поколения, а также причины задержки выхода СПС второго поколения на более поздний срок.

При проработке концепции сверхзвукового пассажирского самолета были определены 8 главных факторов и проблем: аэродинамика сверхзвукового полета, проблема выбора аэродинамической схемы, проблема звукового удара, тепловые проблемы сверхзвукового полета, материалы и

технологии, обеспечение прочности самолета, силовая установка СПС, солнечно-космическая радиация, которым необходимо уделить главное внимание, основные средства и силы.

В данном анализе обзорно представлены и систематизированы данные проблемы, а также представлены знания для решения данных проблем на предыдущем поколении и теоретические решения проблем, требующие времени и средств для подтверждения теоретических доводов.

Формирование требований к современным конструкциям планера и функциональным системам воздушных судов

Клишин А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бехтина Н.Б.
МГТУ ГА, Москва
12081965tk@gmail.com

На каждом этапе разработки ВС имеется масса требований и рекомендаций, оказывающих непосредственное влияние на безопасность полёта. Все они содержатся в Нормах лётной годности. Разрабатываются требования с использованием вероятностного подхода к оценке уровня безопасности полётов, при котором регламентирована вероятность возникновения особых ситуаций при отказе какой-либо из систем ВС. В требования закладывается принцип того, что наиболее опасные ситуации относятся к менее вероятным событиям, чем менее вероятные ситуации.

При проектировании каждой из функциональных систем ВС обеспечивается возможность своевременного обнаружения неисправности и отказа в соответствующей системе. А также допустимость завершения полёта с отказавшей системой. Этим же принципом руководствуются при нормировании требований к лётным характеристикам.

Прочность планера ВС и его составляющих проверяется при проведении статических испытаний. В программу включены нормируемые случаи нагружения, которые являются расчётными для основных частей планера. Конструкция в течение установленного ресурса должна выдерживать нагружения без разрушений. В свою очередь производятся испытания на выносливость и других элементов конструкции воздушного судна: крыла, горизонтального и вертикального оперения, шасси, элементы остекления и т.д.

В процессе таких испытаний должен быть выявлен перечень критических мест конструкции. Перечень этот должен быть составлен на этапе проектирования конструкции. А для его уточнения в последующем проводится анализ результатов детального контроля с разборкой неразъёмных соединений.

На основании всех испытаний будут сформированы требования к эксплуатационной живучести конструкции. Определены средства контроля силовых элементов конструкции, обеспечен более медленный рост вероятных повреждений, обеспечена антикоррозионная защита, определён выбор конструкционных материалов, учтены особенности поверхностей стыкующихся элементов и т.д.

Требования к функциональным системам сведены к тому, чтобы системы были в достаточной мере надёжны в ожидаемых условиях эксплуатации ВС, технологически удобными в эксплуатации и отказобезопасными. Также должна быть обеспечена дублирующая система, которая будет являться аварийной на ВС. Примером такой системы можно привести гидросистему самолёта Airbus 320. Одна из гидросистем самолёта “BLUE” выполняет функции аварийной, а также имеет несколько постоянных потребителей.

Список литературы

1. Корнеев В.М. Конструкция и основы эксплуатации летательных аппаратов: Конспект лекций / В.М. Корнеев. – Ульяновск: УВАУ ГА(и), 2009. – 130 с.

2. Смирнов Н.Н. Основы поддержания лётной годности воздушных судов: Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2012. – 100 с.

3. Aircraft Maintenance Manual Chapter 29 – Hydraulic power / Revision 63 – 2019 г.

Применение Flash–технологий при изучении конструкции беспилотных летательных аппаратов

Кондуров Ю.В.
Научный руководитель — Федоркевич И.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
minimon22@mail.ru

В настоящее время одним из важных вопросов при подготовке авиационных специалистов является применение в учебном процессе электронных средств обучения. С помощью этих средств появилась возможность к восприятию большого объема информации, а также появилась доступность в изучении конструкции и принципов работы различных систем.

Работа посвящена разработке интерактивного комплекса по изучению конструкции беспилотного летательного аппарата (ЛА) «Форпост» и принципов построения и работы его систем с использованием Flash-технологий.

Adobe@Flash – мультимедийная платформа, предназначенная для создания анимационных приложений и веб-страниц. Данная система позволяет работать с векторной, растровой и трехмерной графикой.

На основе Flash-технологий возможно создание электронных интерактивных комплексов, позволяющих изучить как конструкцию ЛА в целом, так и конструкцию и принципы работы его систем.

Достоинствами таких комплексов, с точки зрения представления учебного материала, являются:

• Наглядность и доступность материала;

• Интерактивность материала.

Элементы интерактивного комплекса создаются как Flash-приложения, которые предварительно прорисовываются. Затем программируются движения элементов, входящих в состав комплекса и в дальнейшем публикуются в виде приложений формата AIR или SWF.

В основе Flash-приложений лежит векторный морфинг, то есть плавное перетекание одного ключевого кадра в другой.

В качестве языка программирования используется внутренний язык Adobe@Flash – ActionScript 3.0. Данный язык является объектно-ориентируемым языком программирования, один из диалектов ECMAScript, который добавляет интерактивность, обработку данных и многие другие возможности реализуемые в Flash-приложениях [Л].

Таким образом, предлагаемый интерактивный комплекс является удобным для изучения принципов работы и конструкции как отдельных агрегатов, так и топливной системы самолета в целом.

Литература

100% самоучитель macromedia Flash MX: Учебное пособие / под ред. Б.Г. Жадаева. – ТЕХНОЛОДЖИ-3000, 2005. – 544с.

Применение современных средств автоматизированного проектирования и искусственных нейронных сетей при проектировании ЛА

Корнилов Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гришина Л.А.
МАИ, Москва
Nikilonus3000@yandex.ru

Актуальность применения современных САПР. Современные системы автоматизированного проектирования играют большую роль в создании авиационной техники и проектировании в частности. Они помогают значительно сократить время, затрачиваемое на произведение расчётов или на создание трёхмерных моделей реальных систем, агрегатов и узлов авиационной техники, а также повысить точность и качество. Создание эффективных, высокотехнологичных систем, а также применение высокотехнологичных расчётных программ является целью инженерной деятельности.

Методы. На сегодняшний день, все расчёты в современных КБ и предприятиях авиационной промышленности производятся при помощи специального программного обеспечения (ПО) или так называемых систем автоматизированного проектирования (САПР).

3D модели выполняются с помощью таких программных продуктов, как CATIA v5 и SolidWorks; расчёты выполненяются при помощи Simulink.

Использование вышеперечисленных программ позволяет минимизировать затраты времени и финансов на комплексные расчёты. Неотъемлемой частью написания программ, которые рассчитывают все необходимые параметры, – придание наиболее простого и понятного пользовательского интерфейса (User-friendly). Эта программная особенность (feature) позволит инженеру, который будет работать с этой программой, освоить её в кротчайшие сроки без необходимости прохождения специальной аттестации.

Инновации. Впервые в расчёте газодинамики предлагается использовать новейший метод расчётов – искусственная нейронная сеть (ИНС) Айя (AIA) – ИНС, которая создана помогать авиационным инженерам решать комплексные задачи. Также он может найти любую информацию, необходимую для проведения комплексных вычислений или подскажет, как устроена та или иная система самолёта. Программный алгоритм написан при помощи Neuronify – специального программного обеспечения. На данный момент ИНС находится на стадии прототипа, однако она быстро развивается, так как представляет собой электронную копию человеческого мозга, поэтому в скором будущем она станет полноценным и незаменимым помощником инженера. Первая электронная копия уже создана, а схема её работы может быть продемонстрирована на любом устройстве под управлением операционной системы Android.

Что касается конкретных примеров, то можно рассмотреть расчёт приращения взлётной массы, произведённый вручную и при помощи ПО Simulink. В программе по расчёту приращения взлётной массы в первую очередь пользователю предлагается ввести предварительные данные в стартовый интерфейс с возможностью выбора алгоритма расчёта. Используя "стандартный расчёт", пользователю предлагается ввести время полёта в часах и скорость самолёта в м/с. После запуска программы, в окне "результаты расчёта" будет показан результат (масса топлива, расходуемая на перевозку СКВ в кг).

"Расширенный расчёт", позволяет пользователю вводить более подробные данные для расчёта, такие как аэродинамическое качество самолёта, время полёта, крейсерская скорость, скорость потока на выходе из специального воздухозаборника (ВЗ), полную степень сжатия компрессора двигателя и степень сжатия на ступени отбора.

Если самолёт подвергался серьёзным модификациям, все необходимые данные можно исправить непосредственно в архитектуре программы.

Точность и скорость вычислений объясняется интуитивно понятным интерфейсом (User Friendly) и мощной вычислительной базой.

Программа состоит из трёх подсистем (Subsystems), которые содержат в себе три уровня расчётов: стандартный, расширенный и полный. Каждый из этих уровней в полной мере описывают все расчёты. Все необходимые исходные расчётные параметры можно поменять в любое время. Сам процесс расчёта занимает не более 5 секунд с момента запуска;

Помимо этого, программная среда "MatLab Simulink" отлично корреспондируется с ПО для создания ИНС, например "Neuronify", на котором была написана искусственная нейронная сеть "AIA".

Таким образом, предпочтительным вариантом для расчётов является Simulink, который является более универсальным и гибким расчётом под любой тип воздушного судна и многократно снижает время расчёта, значительно повышая его точность благодаря своим вычислительным мощностям и большой математической базе. Например Булева логика, встроенные математические операции, тригонометрические функции, комплексные уравнения.

Список литературы

1. Воронин Г.И. "Конструирование машин и агрегатов систем кондиционирования"//– М.: Машиностроение, 1978.

2. Антонова Н.В., Шустров Ю.М. Проектирование авиационных систем кондиционирования воздуха// М.: Машиностроение 1973.

3. Кривилев А.А. Основы компьютерной математики с использованием системы MATLAB // Лекс-Книга, 2005.

4. Поршнев С.В. MATLAB 7. Основы работы и программирования: Учебник. – М.: Издательство "Бином. Лаборатория знаний", 2006.

5. С.П. Иглин "Математические расчеты на базе Matlab"–С-Пб.: // Издательство BHV, 2005.

Анализ возможностей использования унифицированного газогенератора для двигателей летательных аппаратов различного назначения

Крикун И.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильинская О.И.
МАИ, Москва
koban009@mail.ru

Газогенератор является наиболее ответственным модулем ГТД, непосредственно определяющим параметры и характеристики двигателя.

Газогенератор характеризуется термодинамическими параметрами:

-максимальной температурой газа перед турбиной;

-степенью сжатия в компрессоре;

-расчетной степенью расширения в турбине;

•КПД компрессора и турбины.

Также важны геометрические и аэродинамические параметры узлов газогенератора:

-приведенная окружная скорость компрессора;

-втулочные соотношения компрессора на входе и выходе;

-форма проточной части;

-аэродинамическая нагрузка ступеней компрессора и турбины

Основная часть технических проблем, возникающих при создании и доводке новых двигателей, а также финансовых и временных затрат также связана с газогенераторной частью.

На практике при разработке ГТД для сокращения сроков создания и снижения технического и финансовых рисков широко используется опережающая разработка и доводка ключевых узлов и технологий. В дальнейшем эти узлы и технологии используются в коммерческих проектах – так сводятся к минимуму различные риски. Как правило, этот процесс идет при финансовой поддержке государства. Такой подход в полной мере применяется при разработке газогенератора как самого сложного и дорогостоящего агрегата ГТД, определяющего техническое совершенство двигателя в целом.

Стоимость создания полностью нового ГТД достигает 1…3 миллиарда долларов США и приближается к стоимости разработки планера самолета. Поэтому газогенератор созданного двигателя имеет смысл использовать для разработки на его базе модификаций большей или меньшей тяги или создания ГТД другого назначения. Кроме значительной экономии финансовых средств, использование доведенного газогенератора позволяет существенно снизить технический риск и сроки создания новых ГТД, а также обеспечить более высокий уровень надежности двигателей, что повышает их конкурентоспособность.

Конструктивно создание ГТД различных схем на базе единого газогенератора осуществляется надстройкой газогенератора необходимыми дополнительными узлами и системами. При разработке ТРД газогенератор дополняется входным устройством и соплом. При создании ТРДД газогенератор надстраивается каскадом низкого давления (вентилятором и турбиной низкого давления (ТНД)), наружным контуром и выхлопной системой, которая может быть выполнена с раздельными соплами внутреннего и наружного контуров или с общим соплом.

Создание унифицированного газогенератора– сложная задача, для решения которой нужно учитывать многие факторы. На основе базового газогенератора может получиться один из основных видов ГТД, например ТРД, ТРДД, ТВД, ГТУ наземного и морского базирования.

Существуют два подхода по использованию базового газогенератора: с доработкой узлов либо полностью унифицированного. Использование полностью унифицированного газогенератора применяется в тех случаях, когда ГТД требуют модификации только внешние узлы двигателя, не входящие в состав газогенератора. Например, на двигателях НК-8 различных серий, использовался унифицированный газогенератор, а заменам подвергались узлы КНД, ТНД.

Доработка газогенератора требуется в тех случаях, когда необходимо создать семейство двигателей. Например, для военных истребителей требуется двигатель с низкой степенью двухконтурности, компактным и с малым весом, что обеспечивает выполнение различных боевых маневров.

Для гражданских самолетов требуются двигатели большой тяги, с высокой степенью двухконтурностии, малым расходом топлива. В этом случае приходится подвергать изменениям конструкцию самого газогенератора: сокращать количество ступеней в КВД и ТВД, делая двигатель более компактным и легким. Так же конструктивным изменениям может подвергаться камера

сгорания (изменение геометрических размеров, замена покрытий). Так же можно изменить увеличение количества форсунок и их расположение для более лучшего распыла топливной смеси.

Таким образом, для разработки газогенератора следует руководствоваться исходными данными планера и предъявляемыми к нему требованиями. На основе этих знаний предполагается использование имеющегося газогенератора с возможностью унификации в целом или с небольшими конструктивными доработками. Если же по результатам конструктивного анализа летательного аппарата требуются значительные доработки газогенератора под данный планер, то унификация газогенератора невозможна. В случае, когда газогенератор используется для создания двигателей одного семейства с модификацией узлов, не входящих в состав газогенератора, появляется возможность использование одного газогенератора без существенных доработок для различных двигателей.

Малогабаритный носимый комплекс БПЛА

Кузнецов С.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Морозов В.В.
ТулГУ, Тула
su-30mki.ru@yandex.ru

Студенческий конструкторский коллектив Института высокоточных систем им. В.П. Грязева ведёт разработку комплекса беспилотного летательного аппарата с комбинированной силовой установкой.

Комплекс представляет собой герметичный носимый контейнер, включающий беспилотный летательный аппарат, а также наземный пункт управления и специальное программное обеспечение.

Пусковая установка состоит из герметичного носимого контейнера, выдвижных направляющих, опор, устройства возврата летательного аппарата. Контейнер рассчитан на многократное снаряжание в полевых условиях.

Беспилотный летательный аппарат выполнен по нормальной аэродинамической схеме. Имеет прямоугольное в плане, раскладывающееся по схеме «ромб» крыло, рули высоты и направления (по две пары прямоугольных в плане аэродинамических поверхностей).

На этапе эскизного проектирования в качестве стартовой силовой установки выбран общедоступный ракетный двигатель РД 1-100-7М. Ракетный двигатель твёрдого топлива состоит из заряда, горящего по внутренней поверхности, замедлительного состава и вышибного заряда. Двигатель имеет цилиндрический корпус, выполненный из формованного картона, а также профилированное сопло. Вышибной заряд генерирует давление, необходимое для раскладывания крыла и последующего удаления отработавшего ракетного двигателя твёрдого топлива из канала.

Маршевая силовая установка представляет собой турбину, размещённую в канале и приводимую в движение электрическим двигателем. В качестве элементов питания на борту установлены литиевые аккумуляторы. В кормовой части летательного аппарата расположена контактная колодка, посредством которой происходит зарядка аккумуляторов. Отметим, что через эту контактную группу возможен удалённый доступ ко всем системам летательного аппарата, находящегося в снаряженном контейнере.

Воздухозаборное устройство расположено в носовой части летательного аппарата. Сжимаемый в нём поток атмосферного воздуха поступает в турбину маршевого двигателя. Разгоняясь в турбине, поток покидает летательный аппарат через канал, высвобожденный при срабатывании вышибного заряда стартового двигателя.

Установленный на летательном аппарате комплект электронного оборудования позволяет вести разведку, аэрофотосъёмку, а также выполнять некоторые специальные функции. В носовой части размещена камера, способная передавать аналоговый видеопоток в реальном времени, а также записывать и передавать фото- видеофайлы в высоком разрешении. В носовой и центральной части фюзеляжа установлена аппаратура управления летательным аппаратом и аккумуляторный блок. Хвостовая часть включает блок рулевого привода и рулевые поверхности.

Необходимость создания летательного аппарата такого типа неоспорима. Размещённый в малогабаритном носимом контейнере, летательный аппарат способен за кратчайшее время набирать высоту, после чего выполнять полёт на экономичном малозаметном маршевом двигателе. Важной особенностью является многофункциональность БПЛА, что благоприятно скажется на стоимости серийного производства данного типа.

Авиационные средства пожаротушения

Кулагин Д.А., Трубников А.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Пугачёв Ю.Н.
МАИ, Москва
dmitry.culagin@yandex.ru

Актуальность. В современном мире авиация выполняет ряд важных задач, связанных с перевозкой пассажиров, доставке различных грузов, используется в военном деле. Также с помощью авиационной техники тушат пожары, сбрасывая с борта самолета воду.

Актуальность проблемы борьбы с пожарами очень важна и касается всех сторон. Возникает экологическая проблема и социальная, так как гибнут люди. Преимущества самолетов пожарных в том, что они могут быстро прибыть в зону пожара, за краткий срок времени потушить возгорание путем сброса огромного количества воды, который может вместить в себя самолет-пожарник. Также имеется и ряд недостатков: самолет-пожарник удобно использовать только для тушения пожара, охватывающего большую площадь; дорогая эксплуатация при вылете самолета.

На данный момент для пожаротушения используются такие модели самолетов, как Бе-200, который может взять на борт 12 000 кг воды. Лидер из самолетов – модифицированный под тушение пожаров Ил-76, в который вмещается 44 000 кг воды. Также применяется небольшой военно-транспортный самолет Ан-32, модернизированный для борьбы с лесными пожарами из серийного Ан-32. Было установлено четыре внешних бака для огнетушащей жидкости, вместимостью 2000 кг воды каждый и позволяющие производить сброс одновременно или последовательно. Кроме самолетов для тушения пожаров с воздуха привлекают вертолеты. В настоящее время в МЧС РФ для тушения используются вертолеты Ка-32А, Ми-14ПЖ и Ми-26ТП. Вертолет гораздо эффективнее может работать в труднодоступной местности либо в ограниченном пространстве, когда использование самолета невозможно.

Задача. Использование ИЛ-76КМ в качестве пожарного самолета.

Специалисты Центрального аэрогидродинамического института имени Жуковского (ЦАГИ) работают над новым универсальным транспортным воздушным средством с оригинальной конструкцией, до сегодняшнего дня довольно редко встречавшейся в мировом авиастроении – двухфюзеляжным самолетом.

По данным института, эксперимент показал, что двухфюзеляжный транспортный самолет имеет те же аэродинамические характеристики, что и сопоставимый по грузоподъемности однофюзеляжный самолет с высокорасположенным крылом и Т-образным хвостовым оперением. При этом двухфюзеляжный аппарат имеет продольные габариты и массу конструкции.

Проект перспективного самолета Ил-76КМ предусматривает создание транспортного летательного аппарата с грузоподъемностью до 60 тонн. Разработчики полагают, что такая схема ЛА позволит быстрее производить погрузку и выгрузку грузов. Так как этот вариант самолета имеет два фюзеляжа, а грузоподъемности хватит для поднятия в воздух комплекса “МАКС”.

Решение: Можно поставить четыре ВАПа вместо двух. Тогда масса носимой огнегасящей жидкости увеличится вдвое, соответственно в два раза увеличится площадь тушения пожара. При последовательном сбросе жидкости площадь увеличится вдвое и составит 96000. При одновременном сбросе площадь увеличится в полтора раза и составит 75000. Это увеличение площади происходит за счет расширения участка, покрываемого водой.

Но вместе с этим и возрастает концентрация покрытия 1 поверхности. Следует отметить, что особенности конструкции и возросшая масса самолета Ил-76КМ накладывает некоторые ограничения по полету на малых скоростях и высотах и порядку сброса воды на очаг пожара. Возрастает минимально допустимая скорость и минимальная высота сброса. Также для базирования данного самолета необходима более длинная ВПП. Это нужно учитывать перед привлечением самолета к тушению пожаров, например в горной местности.

О конвертации пассажирских лайнеров в грузовые, в т.ч. самолетов интегральной схемы типа «летающее крыло»

Курочкин Д.С., Гвоздев Н.Д., Цюцюра С.Ю.
Научный руководитель — д.т.н. Бузулук В.И.
ФГУП «ЦАГИ», Жуковский
fool.linkip@yandex.ru

Изучение рынка авиационных перевозок позволяет определить потребные эксплуатационные качества самолета (массу полезной нагрузки, габариты и основные свойства пассажирской и грузовой кабины, размер и расположение грузовых люков, требуемую дальность полета, пассажировместимость), влияющие на задачи проектирования. В современных разработках делается акцент на унификацию ЛА для пассажирских и грузовых перевозок.

В настоящее время тенденции к проектированию унифицированных транспортных самолетов демонстрируют ведущие авиапроизводители. Так, например, в феврале 2016 г. компания Boeing запустила программу конвертации пассажирского самолета 737NG, имея в наличии конвертируемые варианты дальних магистральных самолетов предыдущих поколений. На сегодняшний день большой парк гражданских судов представляют собой лайнеры, в которых интегрированы лучшие технические решения пассажирского самолета с точки зрения его экономической и летно-технической эффективности с возможностью незначительной, в том числе конструктивной, трансформации в грузовой вариант. Дальние магистральные самолеты (ДМС) имеют определенно больший потенциал при решении вопроса конвертации. И это не случайно, размещение тяжелых и габаритных контейнеров требует больших объёмов в конструкции фюзеляжа, что обеспечивают геометрические показатели ДМС.

Ныне создаваемые или завершающие цикл испытательных и сертификационных работ ДМС в классических схемах обладают сформированным десятилетиями обликом дозвукового транспортного самолета. Дальнейшие улучшения летно-технических характеристик близки к исчерпанию. В связи с этим при разработке проектов дозвуковых ЛА следующих поколений предлагаются на рассмотрение варианты нетрадиционных компоновок с различными способами интеграции агрегатов конструкции. Наибольший интерес представляют самолеты типа «летающее крыло», которое дает повышенное аэродинамическое качество, возможность экранирования шума двигателей, а также возможность увеличения числа продольных проходов, что облегчит обслуживание пассажиров во время полета. Известно, что схема типа ЛК обладает потенциальными преимуществами по сравнению с классической схемой (например, аэродинамическое качество ЛК на 2–4 единицы выше).

Одним из возможных вариантов унифицированного грузового и пассажирского самолета, выполненного по схеме «летающее крыло», может стать разрабатываемый на фирме Lockheed проект рампового грузового самолета интегральной схемы (Hybrid Wing Body или HWB) с перспективой ввода в эксплуатацию в 2035...2040 гг.

В результате разработки перспективных материалов и конструкций (композитных, сетчатых, слоистых и т.д.) именно за интегральными схемами стоит будущее авиации. В связи с вышеизложенным возникает потребность в формировании научно-технического задела и проработке способов конвертации и унификации существующих концепций самолетов интегральных схем, в частности типа ЛК.

Таким образом, поставленная задача является актуальной, а ее решение будет способствовать повышению конкурентоспособности отечественной грузопассажирской техники.

Анализ работ по созданию сверхзвуковых пассажирских самолетов с силовыми установками на базе газотурбинных двигателей

Лапо А.А., Якурнова К.А., Алендарь А.Д.
Научный руководитель — доцент, Галкин Е.В.
МАИ, Москва
super.lapo2013@yandex.ru

С начала развития реактивной авиации наблюдается все более растущий интерес к проблемам создания сверхзвуковых и гиперзвуковых ЛА гражданского назначения для различного рода транспортных и пассажирских перевозок. Работы по этим направлениям в настоящее время проводятся в России, США, Европе, Японии, Китае, Индии и других странах. Интерес к разработкам такого рода поддерживается, в частности, глобализацией мировой экономики и все большим развитием международных торгово-промышленных связей.

В 60-х годах прошлого века были разработаны и находились в эксплуатации на авиалиниях первые, и пока единственные, сверхзвуковые пассажирские гражданские самолеты (СПС)

Ту-144 и Concorde. Схема и параметры двигателей СПС выбирались в первую очередь исходя из обеспечения технических показателей. При уровне технологий того периода целесообразными схемами являлись одноконтурный ТРД, ТРД с форсажной камерой и ТРДД с форсажной камерой и низкой степенью двухконтурности. Для самолета Ту-144 был разработан и серийно выпускался двухконтурный двигатель НК-144А (1971-1978, гл. конструктор Н.Д. Кузнецов) со смешением потоков и общей форсажной камерой, который имел степень двухконтурности 0,6. Для самолета Ту-144Д с целью снижения удельного расхода топлива на крейсерском сверхзвуковом режиме был создан ТРД РД36-51 со взлетной степенью повышения давления 15,8. Двигатель самолета Concorde Olympus 593 был выполнен по схеме одноконтурного ТРД с форсажной камерой. Низкая экономическая эффективность, крайне высокий уровень воздействия на окружающую среду (шум и звуковой удар) и другие факторы не позволили данным самолетам занять приемлемую нишу на рынке авиаперевозок. Уровень технологий того периода оказался недостаточным для разработки и эффективного применения таких машин. Из наиболее интересных проектов также можно выделить следующие:

Boeing 2707 – проект американского СПС, разрабатывавшийся компанией Boeing в рамках программы по созданию отечественного сверхзвукового пассажирского самолета (National Supersonic Transport), объявленной президентом Джоном Кеннеди в 1963 году. Планировалось, что лайнер сможет перевозить до 300 пассажиров на расстояние до 6800 км с крейсерским числом Маха полета M=2,7.

Sukhoi Supersonic Business Jet (SSBJ, C-21, C-21G) — отменённый проект сверхзвукового административного самолета, разрабатывавшегося в ОКБ Сухого в сотрудничестве с компаниями Gulfstream Aerospace (C-21G), а также с Dassault Aviation и рядом китайских компаний. Согласно проекту, C-21 представляет собой свободнонесущий моноплан с низкорасположенным крылом, передним горизонтальным и однокилевым оперением. C-21 рассчитан на перевозку 6–10 пассажиров на расстояние до 7400 км со скоростью, соответствующей M=2.

HISAC (environmentally friendly HIgh Speed AirCraft) – международный проект, ориентированный на создания научно-технического задела для создания СПС бизнес-класса нового поколения на 8–19 пассажиров с максимальным числом Маха M=1,6 и дальностью полета не менее 4000 км.

Spike S-512 – перспективный сверхзвуковой самолет на 18–22 пассажира, разрабатываемый компанией Spike Aerospace. Согласно проекту, самолет сможет совершать крейсерский полет на скорости 1900 км/ч. Отличительной особенностью данного самолета является отсутствие иллюминаторов, вместо которых будут установлены дисплеи.

Boom Supersonic – сверхзвуковой пассажирский лайнер, рассчитанный на 10–55 пассажиров с максимальной скоростью полета M=2,2 и дальностью полета 8300 км, разрабатываемый американской стартап-компанией Boom Technology. Ввод самолета в эксплуатацию запланирован на 2023 год.

AS2 – проект трехдвигательного сверхзвукового бизнес-самолета на 8 – 12 пассажиров с дальностью полета 8800 км и максимальным числом Маха полета M=1,4, анонсированный в 2014 году компанией Aerion supersonic. Первый полет планируется выполнить в 2023 году, а ввод в эксплуатацию – в конце 2025 года. В разработке AS2 также принимает участие европейский концерн Airbus, который в дальнейшем будет заниматься сертификацией самолета. AS2 будет развивать скорость M=1,4 над водным пространством и уменьшать ее до M=1,2 над разрешенными участками суши в целях устранения воздействия на поверхность земли ударных волн за счет использования эффекта рефракции (англ. Mach cutoff).

Как видно, стремление к обеспечению экономической целесообразности СПС при обеспечении жестких требований по уровню звукового удара, шума и эмиссии вредных веществ и с учетом технологических ограничений привело к эволюции концепции перспективного сверхзвукового пассажирского самолета от большого авиалайнера к самолету бизнес класса с вместимостью 6–12 человек. Разработка самолета бизнес класса характеризуется несколько меньшими рисками по сравнению с большим авиалайнером. Обладая меньшей массой, самолет бизнес класса обеспечивает меньший уровень звукового удара.

Подход к оценке влияния погрешностей определения весовых и аэродинамических характеристик ЛА на выполнение ТТЗ в части ЛТХ

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

Для количественной оценки влияния неточностей определения весовых и аэродинамических характеристик на летно-технические характеристики (ЛТХ) летательного аппарата введем понятие коэффициента влияния – безразмерного коэффициента, показывающего отношение изменения функции (летно-технической характеристики, f) к изменению входных параметров (весовых и аэродинамических характеристик, xi) в относительном виде: K(x_i_f)=Δf^/Δx^_i, где Δf^=(Δf/f), Δx^_i=Δx_i/(x_i),

Δf и Δx_i – неопределенность функции и входных параметров,

f и x_i – ожидаемое значение функции и входных параметров.

Коэффициенты влияния представляют собой коэффициенты линейного разложения функции по исходным параметрам. Численное значение коэффициента равно процентному изменению летно-технической характеристики при изменении параметра на один процент.

При задании входных параметров любым законом распределения, коэффициенты влияния будут определять границы распределения летно-технических характеристик (дисперсию) и вклад каждого параметра в значение летно-технической характеристики.

Коэффициенты влияния позволяют оценивать вклад весовых и аэродинамических характеристик в диапазон изменения значений ЛТХ. Исследование коэффициентов позволит установить связь с параметрами авиационного комплекса (проектными параметрами, показателями технического совершенства и др.), что даст представление о направлении доработки проектируемого авиационного комплекса для гарантированного выполнения тактико-технического задания в части ЛТХ.

История развития сверхзвуковой авиации

Лобачев М.В.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Юрченко Н.В.
МАИ, Москва
maksyshe4ka@yandex.ru

Актуальность темы исследования. В условиях стремительного развития авиации в наши дни очень остро стоит вопрос экономии времени полета, расхода топлива, а также воздушного пространства во всем мире, и конкретно в России. Эти вопросы с относительным успехом решаются применением сверхзвуковой авиации. Однако по ряду причин развитие сверх- и гиперзвуковых летательных аппаратов в современности сильно приостановлено, что является преградой в дальнейшем развитии рассматриваемой области самолетостроения.

Объект исследования – конструкторские бюро и их отношение к производству сверхзвуковых самолетов.

Предмет исследования – положение отрасли сверхзвуковой авиации в общем списке научных исследований и достижений в самолетостроении.

Цель исследования – показать преимущества сверхзвуковой авиации и актуальность возобновления производства.

1. В период с 1947 года до 1980-х сверхзвуковая отрасль в авиации подвергалась сильнейшему развитию, новые достижения в науке подогревались постоянными успехами, технологии позволяли производству идти на все более смелые решения, что привело к полному изменению в облике авиации с конструкторской и экономической точки зрения. Также свой облик пришлось изменить и концепции воздушного боя. Гражданская авиация смогла выйти на новый уровень качества.
2. В период с 1980-х по наше время военная сверхзвуковая авиация не сменяла темпа развития, однако ряд катастроф в гражданской авиации сильно подорвал доверие к сверхзвуковым аппаратам пассажирского назначения. Также повышение цен на топливо, произошедшее в 2003 году, способствовало резкому замедлению развития, ввиду экономических аспектов.

В итоге, несмотря на высокие амбиции сверхзвуковых летательных аппаратов, для многих стран она так и не смогла оправдать трат на их создание. Развал Советского Союза привел к сильной разобщенности КБ на территории современной России. Дальнейшее развитие возможно только при крупном совместном производстве, что трудновыполнимо в нынешних реалиях.

Возможно два варианта развития ситуации:

объединение усилий серийных заводов и КБ для удовлетворения требований рынка или же государство экономически и организационно найдет возможности для этого;

развитие так и останется на нынешнем уровне, пока государство не сможет оправдать затрат на производство, либо не найдется частная компания с достаточным количеством инвестиций для реализации такого проекта.

Проектирование оперативного беспилотного самолета-разведчика

Лызлов А.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агаев Р.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
andron322365@mail.ru

Разработка беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – одно из наиболее перспективных направлений развития современной военной авиации. Беспилотные ЛА или дроны уже привели к значительным изменениям в тактике ведения боевых действий, ожидается, что уже в ближайшем будущем их значение возрастет еще больше. Прогресс беспилотных летательных аппаратов – это, вероятно, самое важное достижение авиации за последние десятилетия. Сегодня БПЛА используют не только военные структуры, 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.

Предлагаемый БПЛА может удовлетворить большое количество потребностей в военной и гражданской области применения.

Целью работы является разработка и проектирование оперативно-тактического БПЛА для ведения воздушной разведки, а также для возможного выполнения следующих задач:

-проведение разведки и передавала информации в режиме реального времени;

-применение авиационных средств поражения по наземным и воздушным целям;

-патрулирование территории на больших высотах;

-мониторинг объектов.

Первоначальная, она же главная задача, это разведка. Беспилотный летательный аппарат с конструкцией малой заметности и продолжительного времени полета, которое составляет не менее 18ч, помог бы решить её. Такие условия требуют создания БПЛА как можно с более высокой экономичностью расхода топлива [1].

Основные тактико-технические характеристики, предъявляемые к проектируемому БПЛА, получены на основе анализа статистических данных о ранее разработанных или перспективных образцах отечественных и зарубежных летательных аппаратов [2]:

-нагрузка целевая – 2500 кг;

-число М полета крейсерское – 0,5;

-высота полета – 18 км;

-дальность полета – 5000 км;

Подбор двигателя, обеспечивающего необходимую тягу силовой установки, осуществляется путем анализа тяговых характеристик существующих и перспективных двигателей, создаваемых как в нашей стране, так и за рубежом.

На беспилотном летательном аппарате предполагается установить проектируемый двигатель, который имеет следующие характеристики:

-тяга 42кН;

-Суд 0,1 кг/(Н*ч);

-применяемое топливо Т-1, ТС-1, РТ;

-длины элементов, м:

-КНД 0.36;

-КВД 0.45;

-ОКС 0.41;

-ТВД 0.07;

-ТНД 0.07.

На основе представленных геометрических данных, можно сделать вывод, что длина двигателя позволяет нам установить его между консолями вертикальными оперениями.

Конечным этапом проектирования БПЛА, является создание и испытание натурной модели проектируемого БПЛА, а так же построение 3D модели в программе SolidWorks. Это необходимо, чтобы качественно оценить аэродинамическую компоновку не только за счет множества полученных значений, но и за счет визуального наблюдения. Также это позволит решить уже на данном этапе множество вопросов, связанных с особенностями эксплуатации, размещения агрегатов, аппаратуры, возможностями базирования и обслуживания. Современные технологии позволяют максимально точно и в хорошем качестве визуализировать БПЛА.

Разработанная модель БПЛА будет помешена в программу ANSYS с целью определения влияния внешней среды в условиях искусственного полета БПЛА.

Будет создана искусственная аэродинамическая труба, куда поместится БПЛА. Далее будет создана сетка, необходимая для максимального приближения условий полета к внешним условиям. После создания сетки произведутся аэродинамические расчеты, по которым можно оценить влияние потока на планер и определить критические точки и давление на фюзеляж.

После проведённых расчетов в программной среде ANSYS необходимо будет усовершенствовать конструкцию, аэродинамическую компоновку и другие параметры модели.

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

Список литературы

1. Выбор основных параметров самолета. 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.

Устройство увеличения подъёмной силы самолёта короткого взлёта и посадки

Марков Р.Ю.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кириакиди С.К.

ВГТУ, Воронеж

markovsportdogs@gmail.com

С целью увеличения подъемной силы самолета короткого взлета и посадки рассмотрена компоновка крыла [1], включающая основную кессонную часть, щелевые закрылки установленные на поворотных качалках с механизмами уборки-выпуска в поток. Помимо этого, над верхней поверхностью крыла, в хвостовой его части, на пилонах, установлены два турбовинтовых двигателя с толкающими винтами, имеющими возможность поворачиваться в вертикальной плоскости вокруг оси узла, размещенного в верхней задней части пилона. Устройство оборудовано приводом поворота, автоматами демпфирования нагрузок, замками фиксации, топливной системой с поворотным плечом трубопровода, системой управления двигателями и винтами, проходящей через узлы поворота закрылка. Складывающиеся тяги управления, состоят из двух звеньев – верхнего и нижнего. Нижнее звено имеет специальную (обтекаемую в хвостовой части по потоку) форму, обеспечивающую ее установку на крейсерском режиме полета в хвостовой части пилона, размещенного над верхней поверхностью крыла, с образованием единой обтекаемой конструкции пилона. Нижнее звено тяги имеет внутреннюю свободную полость, в которой на крейсерском режиме полета размещено верхнее звено тяги, одним плечом шарнирно закрепленное к мотогондоле силовой установки, а другим – шарнирно к нижнему звену, которое подвижно соединено с закрылком.

В качестве привода закрылков использованы винтовые механизмы, установленные внутри полости крыла и шарнирно связанные с кронштейнами закрылков, размещенными в верхней носовой части механизма.

При отклонении закрылков во взлетно-посадочное положение, одновременно, за счет кинематической связи с силовыми установками, последние развернуты на достаточный угол, обеспечивающий поворот вектора тяги винтов с получением двух составляющих тяги – горизонтальной и вертикальной.

При развороте силовой установки плоскости вращения винтов расположены за задней кромкой выпущенных закрылков, способствуя увеличению циркуляции скорости вокруг крыла, а следовательно, увеличению подъемной силы.

В целом, на режимах взлета и посадки получено увеличение подъемной силы как за счет увеличения циркуляции скорости вокруг крыла, так и за счет получения вертикальной составляющей тяги винтов при развороте силовой установки.

Литература

Проектирование самолетов: Учебник для вузов/ С. М. Егер, В. Ф. Мишин, Н. К. Лисейцев и др.; под ред. С. М. Егера. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1983. — 616 с.

Создание комплексной параметризованной модели изделия «фланец трубопровода ракетоносителя»

Мачульский И.Н., Кожин В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
LastGokko@yandex.ru

Проектирование, которое задействует в своих процессах компьютерные ресурсы, оно же автоматизированное проектирование, является одним из передовых направлений в информационных технологиях. Надо заметить что, автоматизированное проектирование представляет собой совокупность многих современных дисциплин. А грамотная эксплуатация средств разработки САПР обязательна. В противном случае, если проектировщик или инженер намеренно отказывается от использования современных средств автоматизированного проектирования, это не только увеличивает время разработки детали, но и накладывает дополнительные финансовые издержки на конструкторское бюро, что, естественное, увеличивает стоимость самой детали.

Фланец трубопровода – стыковочный элемент конструкции, который позволяет надежно зафиксировать соединение элементов трубопровода и предотвратить протечку в потенциально опасных местах. Сам же фланец представляет собой плоскую пластину из стали кольцеобразной формы. В середине пластины имеется отверстие, куда вставляют торцевой участок трубы. Края пластины оснащены несколькими отверстиями, расположенными на одинаковом удалении друг от друга: в них продеваются, и зажимаются гайками.

В нашей работе с помощью комплексной системы автоматизированного проектирования была создана модель для расчета фланцевого соединения трубопровода систем подачи топлива в натуральную величину.

Изучение технических свойств, спецификации и технологического процесса изготовления изделия “фланец трубопровода ракетоносителя” дало возможность исследовать основные характеристики объекта и выделить составляющие, которые войдут в информационно-структурно-параметрическую модель.

На основе изучения изделия «фланец» была создана комплексная параметризованная модель производственной спецификации. В полученной модели возможно изменять различные входные параметры с целью получения оптимальной конфигурации изделия, что в конечном итоге позволяет выбрать его наиболее рациональные характеристики.

Проект перспективного тяжелого высокоскоростного винтокрыла

Муравка С.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шайдаков В.И.
МАИ, Балашиха
karisandnaran@gmail.com

Отличительной особенностью вертолетов является возможность совершения вертикального взлета и посадки. Вкупе с возможностью совершения полезной работы на режиме висения, это делает их незаменимыми элементами транспортных систем практически во всем мире. Тем не менее последнее десятилетие все острее стоит вопрос о повышении требований к летно-техническим характеристикам вертолетов. Как правило, речь об увеличении скорости полета.

Представленная работа посвящена созданию проекта высокоскоростного грузового летательного аппарата вертикального взлета и посадки, обладающего развитым управляемым крылом с наличием тянущих воздушных винтов.

В проекте применяются следующие технические решения:

• Втулки несущих винтов с применением упругих эластомерных креплений лопастей. Применено для достижения необходимых жесткостных характеристик креплений, с целью минимизации махового движения лопастей.

• Плавное снижение окружной скорости вращения лопастей несущих винтов, пропорционально зависящее от скорости горизонтального полета летательного аппарата. Применено с целью борьбы с волновым кризисом на наступающих лопастях, а также минимизации сопротивления создаваемого несущими винтами.

• Управляемое самолетное крыло, «разгружающее» несущие винты на высоких скоростях полета, вплоть до создания нулевой тяги на последнем. Применено для снижения сопротивления несущих винтов, а также с целью понижения махового движения лопастей.;

• Система активного управления лопастями нижнего несущего винта, с применением электродистанционного управления. Применена для реализации различных гармоник управления, с целью «затягивания» срыва потока на лопастях.

• Аэродинамическая компоновка фюзеляжа, оптимизированная с использованием тела вращения «Сирса-Хаака», спроектирована для минимизации лобового сопротивления, особенно при работе летательного аппарата на околонулевых углах атаки;

• Складывающаяся хвостовая балка. Применена для удобства погрузки и выгрузки крупногабаритных грузов, а также для уменьшения полезной занимаемой площади при транспортировке летательного аппарата.

• Использование воздушных винтов в качестве пропульсивных движителей, позволило отказаться от заклинения несущих винтов, а также от создания тяги на несущих винтах.

В проекте были использованы возможности современных цифровых технологий, особенно, при аэродинамическом проектировании внешних обводов летательного аппарата. Проектирование осуществлено с внедрением современных тенденций создания скоростных вертолетов. Были рассмотрены основные ограничения по скорости полета вертолетов, а также предложены возможные пути их решения. Сформированы облик, общий вид, компоновка летательного аппарата, а также представлены расчетные результаты летно-технических характеристик с учетом принятых решений.

Проект обладает следующими характеристиками: взлетная масса 32320 кг, масса полезной нагрузки 12000 кг, максимальная скорость полета 500 км/ч, статический потолок 4200 м, динамический потолок 7000 м, дальность 1360 км и продолжительность 4,6 ч.

Представленные расчетные результаты свидетельствуют о достижении уровня ЛТХ, не менее мирового уровня вертолетостроения, представляемого современными аналоговыми летательными аппаратами.

Проект имеет значительные перспективы по дальнейшему совершенствованию, в том числе за счет увеличения функциональных возможностей индивидуальной системы управления, аэродинамических характеристик лопастей, воздушных винтов, несущей системы в целом.

Проектирование конструкции нервюры киля из полимерных композиционных материалов лёгкого учебно-тренировочного самолёта на основе параметрического моделирования

Мьо Тхет Наунг
Научный руководитель — Барановски С.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
myothetnaung7@gmail.com

С развитием авиации и усовершенствованием летательных аппаратов за счёт применения в конструкции новейших технологий, в частности ПКМ, возникает потребность в подготовке квалифицированного лётного персонала и членов подъёмно-лётного состава не только в военных училищах, но и в лётных школах. В мировой практике используют многоступенчатую схему подготовки пилотов, которая предусматривает получение первичных лётных навыков на лёгких учебно-тренировочных самолётах (УТС). Дальнейшее обучение происходит в соответствии со специализацией, на более сложных ЛА. Однако более пятидесяти лет назад, в отечественной практике подготовки пилотов отказались от данной методики, заменив лёгкие УТС реактивными. Современные исследования указывают на экономическую нецелесообразность данного решения, т.к., например, затраты на топливо увеличиваются в 16,5 раз. Логично констатировать, что на начальных этапах обучения использование лёгкого УТС позволит сократить стоимость лётного часа. С данной целью, более десяти лет назад, разработан Су-49. На сегодняшний день предпочтения в разработке отдаётся сложным УТС военного назначения, таким, как СР-10, Як-130, основным конструкционным материалом в которых, как и лёгкого военного Як-152, являются металлические сплавы. Таким образом, разработка лёгкого УТС и элементов его конструкции с применением современных технологий, в частности ПКМ, является актуальной задачей. Цель работы – оптимизация габаритно-

массовых характеристик нервюры киля из полимерных композиционных материалов. Проведён расчёт напряженно-деформированного состояния нервюры под действием эксплуатационных нагрузок. Определены оптимальные геометрические характеристики и оптимизирована конструкция нервюры с учетом требования по максимальной несущей способности при минимальной массе.

Разработка конструкции лонжерона кессона стабилизатора из полимерных композиционных материалов ближнемагистрального авиалайнера на основе параметрического моделирования

Мьят Ко Ко Со
Научный руководитель — Барановски С.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
myatkooo1993@gmail.com

С ростом пассажиропотока при авиаперелётах становится небезопасно и экономически невыгодно эксплуатировать устаревающие авиалайнеры, из которых состоит авиапарк отечественных компаний. Успешный опыт эксплуатации зарубежных образцов самолётостроения, таких, как Airbus A380, Boeing 787 Dreamliner, Fokker 100, в конструкции хвостового оперения которых используются ПКМ, показал их преимущество перед аналогами, изготовленными из металлических сплавов. Несмотря на достижения современных технологий, основными конструкционными материалами в отечественном авиастроении продолжают оставаться алюминиевые сплавы, а ПКМ применяются для слабонагруженных элементов (зализы, обтекатели, законцовки). В свою очередь, применение ПКМ в силовых конструкциях позволит снизить массу изделия без потери в работоспособности. Таким образом, разработка авиалайнера и его отдельных компонентов, таких, как лонжерон стабилизатора, с использованием перспективных технологий, в том числе ПКМ, является актуальной задачей. Цель работы – снижение массы конструкции лонжерона из полимерных композиционных материалов при обеспечении максимальной несущей способности. Для разработанной геометрической модели лонжерона определялось напряжённо-деформированное состояние под действием эксплуатационных нагрузок в зависимости от режима полёта. Рассматривались несколько материалов, таких, как стеклопластик и углепластик, а также в качестве сравнения алюминиевый сплав. В результате разработана конструкция углепластикового лонжерона стабилизатора, оптимизированного по критериям минимума массы и максимальной несущей способности.

Проект перспективного скоростного вертолета, с применением толкающего воздушного винта

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

Одним из приоритетных направлений развития современной вертолетной техники в отечественном и зарубежном авиастроении является повышение скорости горизонтального полета. В ведущих странах мира разрабатываются, а в отдельных случаях находятся на стадии испытаний и серийного производства ряд схем винтокрылых летательных аппаратов (ВКЛА), в которых реализовано повышение скорости горизонтального полета.

Представленная работа посвящена созданию проекта перспективного пассажирского скоростного летательного аппарата вертикального взлета и посадки на базе вертолета с перекрещивающимися винтами схемы «синхроптер» с толкающим воздушным винтом.

В проекте использован комплекс следующих технических решений:

• Уравновешивание несбалансированных боковых опрокидывающих моментов на несущих винтах схемы «синхроптер», вращающихся в противоположные стороны;

• Применение несущих винтов с упругим торсионным креплением лопастей к втулками несущих винтов.

• Снижение окружной скорости вращения лопастей несущих винтов (с 220 до 180 м/с) по мере роста скорости полета и установка на лопастях специальных стреловидных сужающихся законцовок с целью свести к нулю вероятность волнового кризиса на наступающих лопастях на повышенных скоростях полета.

• Применение системы индивидуального управления лопастями для борьбы со срывом потока на отступающих лопастях несущих винтов.

• Компоновка корпуса представленного летательного аппарата, учитывающая специфику принятой схемы и имеющая малое вредное сопротивление на околонулевых углах атаки.

• Использование в качестве пропульсивного движителя толкающего воздушного винта, обладающего максимальной эффективностью на расчетных эксплуатационных режимах.

При разработке проекта были продемонстрированы возможности современных компьютерных технологий. Основной акцент сделан на аэродинамическом проектировании летательного аппарата с внедрением современных тенденций создания скоростных вертолетов. Рассмотрены основные ограничения и возможные пути реализации увеличения скоростей полета вертолета. Приведены результаты расчетов аэродинамических характеристик с учетом принятых решений. Сформированы общий вид, компоновка и рассчитаны летно-технические характеристики (ЛТХ).

Разработанный проект обладает следующими характеристиками: взлетная масса 6500 кг, масса полезной нагрузки 1000 кг, максимальная скорость 420 км/ч, статический потолок 4700 м, динамический потолок 5600 м, дальность полета 1228 км. Полученные расчетные результаты свидетельствуют о достижении показателей, близких к современному мировому уровню, демонстрируемых на аналогичных разрабатываемых скоростных винтокрылых летательных аппаратах.

Проект имеет обозримые перспективы по дальнейшему совершенствованию ЛТХ за счет улучшения аэродинамических характеристик корпуса, несущих винтов, а также более полного задействования функциональных возможностей системы индивидуального управления лопастями.

К вопросу о проектировании беспилотного летательного аппарата схемы «летающее крыло»

Новиков Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агаев Р.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
1997novikov1997@mail.ru

Современные локальные конфликты предъявляют новые требования к ведению боевых действий, где всё большее участие принимают высокоточные образцы вооружения и военной техники. Всё большее применение и развитие получают образцы техники, не имеющие экипажей, которые, в свою очередь, на данном этапе развития науки и техники, стали относиться к высокоточным образцам вооружения, управляемым с помощью радиосвязи. Большое развитие получили беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые имеют уже довольно большой послужной список. Проектируемый БПЛА является дистанционно-управляемым – пилотирование осуществляется оператором из наземного пункта управления. При необходимости – автоматически управляемым, с программной системой управления. Появление управляемых средств поражения класса «воздух-поверхность» большой дальности в их современном виде стало следствием длительного, около ста лет, исторического процесса развития беспилотных летательных аппаратов

Спроектированный БПЛА может удовлетворить большое количество потребностей в военной и гражданской области применения.

Целью работы является разработка и проектирование оперативно-тактического БпЛА для ведения воздушной разведки, а также для возможного выполнения и других задач. Создание оперативно-тактического БПЛА помогло бы решить целый ряд задач [1]. Первоначальная, она же главная задач – это разведка. Беспилотный летательный аппарат с конструкцией малой заметности, продолжительного времени полета которого составляет не менее 20 ч, помогло бы решить данную задачу. В случае обнаружения важного стратегического объекта может возникнуть необходимость уничтожить его в кротчайшие сроки, не затрачивая дополнительные силы и средства, то есть, БПЛА должен быть способен обнаружить и уничтожить данную цель.

Основные тактико-технические требования, предъявляемые к проектируемому БПЛА, получены на основе анализа статистических данных о ранее разработанных или перспективных образцах отечественных и зарубежных летательных аппаратов:

-нагрузка целевая – 5000 кг;

-число М полета крейсерское – 0,8;

-высота полета – 15 км;

-дальность полета – 6000 км.

Подбор двигателей, обеспечивающих необходимую тягу силовой установки, осуществляется путем анализа тяговых характеристик существующих и перспективных двигателей, создаваемых как в нашей стране, так и за рубежом.

Оптимальным вариантом по экономичности, размерам и характеристикам будет двигатель РД-93. На беспилотном летательном аппарате предполагается использовать один двигатель

РД-93.

Конечным этапом проектирования БПЛА, является создание и испытание натурной модели проектируемого БПЛА, а также построение 3D-модели в программе SolidWorks. Это необходимо, чтобы качественно оценить аэродинамическую компоновку не только за счет множества полученных значений, но и за счет визуального наблюдения. Также это позволит решить уже на этом этапе множество вопросов, связанных с особенностями эксплуатации, размещения агрегатов, аппаратуры, возможностями базирования и обслуживания. Современные технологии позволяют максимально точно и в хорошем качестве визуализировать БПЛА [2].

Разработанная модель БПЛА была помешена в программу ANSYS с целью определения влияния внешней среды в условиях искусственного полета БПЛА.

Была создана искусственная аэродинамическая труба, куда поместили БПЛА. Далее была создана сетка необходимая для максимального приближения условий полета к внешним условиям. После создания сетки производится аэродинамические расчеты, по которым можно оценить влияние потока на планер и определить критические точки и давление на фюзеляж.

Проделанная работа по проектированию беспилотного летательного аппарата, включающая расчет 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, БАК БПЛА сможет выполнять довольно большой перечень задач, при этом в различных условиях.

Список литературы

1. Выбор основных параметров самолета. Учебное пособие по курсовому проектированию по дисциплине Конструкция и прочность летательных аппаратов: 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.: Изд-во МАИ, 2005. 283 с.

Расчёт температурных полей на поверхности гиперзвуковой крылатой ракеты

Носов Г.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гусейнов А.Б.

МАИ, Москва

Gena00X@ya.ru

Инфракрасное (ИК) излучение является одним из основных источников информации о положении ракеты для средств ПВО противника. ИК-заметность существенно влияет на дальность и вероятность обнаружения и ГЗКР (наряду с радиолокационной заметностью). Для расчёта ИК-заметности необходимо знать распределение температур по поверхности ЛА.

Основными источниками теплового излучения являются

1) Излучение двигателя.

2) Излучение реактивной струи.

3) Аэродинамический нагрев конструкции.

4) Нагрев, вызванный работой бортового оборудования.

На гиперзвуковых скоростях полёта (то есть при полёте с числом Маха M>6) температура передних кромок крыла, оперения, входного устройства воздухозаборника и носовой части ЛА может превышать 1200°C, а температуры поверхностей, расположенных под углом к потоку, таких, как боковые, верхние и нижние участки корпуса ГЗКР, наклонные участки воздухозаборного устройства двигателя, плоскости крыла (оперения), могут превышать 600°C. Температура в камере сгорания (КС) гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ГПВРД) может достигать 3000°C и более (рост температуры повышает эффективность ГПВРД, но он ограничен возможностями материалов и теплозащиты КС). Такой же порядок имеет температура реактивной струи ГПВРД. Температура бортового оборудования (БО) ограничена эксплуатационными ограничениями БО и обычно не превышает 150°C. Значительная площадь и высокая температура нагретых поверхностей делает актуальным вопрос расчёта ИК-заметности ГЗКР.

Расчёт проводился в программе ANSYS Fluent. ANSYS Fluent – универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа. Fluent включает в себя сложные числовые отказоустойчивые решатели, в том числе сопряженный решатель с алгоритмом на основе давления,

расщепленный решатель с алгоритмом на основе давления и два решателя с алгоритмами на основе плотности, что позволяет получать точные результаты практически для любого течения.

В докладе представлены результаты расчёта температурных полей на поверхности ГЗКР и в тракте ГПВРД.

Разработка методики проектирования конструкции летательного аппарата с целью обеспечения автоматизированной сборки агрегатов планера

Пашков С.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ковалевич М.В.
МАИ, Москва
Moderbit@mail.ru

В современном мире главным критерием успешности продукции является её конкурентоспособность. Этот тезис актуален для любой отрасли экономики, включая машиностроение.

Авиационная промышленность России в настоящий момент остро нуждается в технике, которая способна выйти на мировые рынки и приносить прибыль экономике из внешних источников. Как показывает мировая практика и опыт советских времён, продукция, консолидированная только на внутреннем, рынке неизбежно начнёт уступать по характеристикам продуктам, включённым в общемировой товарооборот. Высокотехнологичной продукции это касается в первую очередь. Только постоянная конкуренция позволяет создавать действительно востребованный продукт, что наглядно демонстрирует автомобилестроительная отрасль.

Для повышения конкурентоспособности продукции необходимо предлагать потребителю максимальное качество по минимальной цене, это главное условие формирования спроса в условиях рынка. Для России ситуация осложняется мировой обстановкой и обилием санкций, что ведет к потребности создания техники путём использования только собственных ресурсов, а это значительно усложняет возможность конкуренции с мировыми лидерами.

Производственный цикл изделий авиационной промышленности значительно отличается от изделий прочего машиностроения. В то время как в большинстве изделий процесс сборки занимает от 10 до 20% времени изготовления, в авиапромышленности этот показатель может достигать 60%.

Такая разница обусловлена рядом особенностей, присущих изделиям авиационной отрасли:

- Высокие требования к точности.
- Многодетальность конструкции.
- Сложное членение конструкции.
- Большая номенклатура крепежа.
- Большое количество техтребований
- Малая жесткость отдельных компонентов.

Кроме того, для авиационной отрасли характерна определённая инертность и ввиду специфики в ней до сих пор сохраняется огромный объём ручных работ в процессе сборки, в то время как сборочные линии на ведущих автомобильных концернах имеют почти 100% автоматизации.

Очевидно, что одним из наиболее действенных методов повышения конкурентоспособности авиационной продукции является редуцирование времени производственного цикла. Этого можно добиться за счёт внедрения автоматизированных сборочных линий, что позволит отказаться от большого количества стапелей и значительно сократит объём ручных работ.

В настоящее время активно внедряются автоматизированные линии окончательной сборки, на уровне стыковки агрегатов, в то же время значительного эффекта можно добиться за счёт внедрения гибких цехов агрегатной сборки.

Гибкий цех – автоматизированный цех, где производится роботизированная сборка различных агрегатов без применения стапелей и ручного труда. Согласно оценкам это позволит добиться редуцирования времени сборки ЛА до 60%.

Одной из важнейших проблем при обеспечении автоматизированной сборки агрегатов является малая жесткость отдельных компонентов и отсутствие задела при проектировании. Ввиду новизны вопроса в настоящий момент отсутствует формализация критериев, которым должна удовлетворять конструкция, для обеспечения возможности её сборки в гибком цеху.

Малая жесткость отдельных элементов ведёт к тому, что без жестких станин (стапелей), деталь будет иметь отклонения от необходимого положения в пространстве под действием собственных колебаний и при проведении сборочных операций манипуляторами. Задача формализации критериев и разработка соответствующей методики проектирования конструкций решается за счёт подробного

анализа основных элементов каркаса с помощью конечно-элементных моделей и формирования альтернативных подходов к проектированию деталей аналогичного функционала и веса, но более подходящих для автоматизированной сборки.

Так, согласно оценке применения методов топологической оптимизации при проектировании компонентов планера современных отечественных самолетов можно добиться роста жесткости компонента на 30%, сохранив его функционал и весовые характеристики. Данные исследования проводятся применительно к самолетам гражданской и военной авиации с опорой на математический аппарат и оценкой результатов практического внедрения в конструкцию ЛА.

Сочетание современных методов проектирования и сборки позволит максимально эффективно достигать целевой функции – высокой конкурентоспособности. Разрабатываемая методика позволит продвинуть аппарат проектирования, что обеспечит задел для создания продукции с укороченным производственным циклом.

Технологические особенности и ограничения при конструировании агрегатов планера самолета, выполненных из СИАЛа

Печенюк В.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лисейцев Н.К.
МАИ, Москва
palatinus13@yandex.ru

На данный момент 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. Впервые данный материал был применен в конструкции пола грузового отсека самолета Boeing 777, затем в фюзеляжных переборках самолетов Airbus A340 и Learjet 45 [2]. Но в качестве одного из основных конструкционных материалов он был применен в верхних панелях фюзеляжа Airbus A380[2]. Благодаря своим высоким ударопрочным характеристикам СИАЛ целесообразно применять в зонах, подвергающихся частым ударам, не приводящим к сильным деформациям или разрушениям конструкции (пол в пассажирском салоне или пол в грузовом отсеке), или в местах возможных ударов, способных привести к разрушениям конструкций (передняя кромка крыла [1], ГО и ВО). За счет уникальных характеристик трещиностойкости, прочности и плотности СИАЛ можно использовать в качестве панелей крыла [5] и фюзеляжа одинарной и двойной кривизны.

Такие панели могут быть изготовлены двумя способами: первый – применять технологию формования к уже готовым пакетам СИАЛа и соединять пакеты обшивки со стрингерами во время сборки, как обычные металлические конструкции [3]. Второй способ заключается в использовании технологии для КМ: послойная выкладка слоев. В этом случае панель может быть изготовлена за один технологический цикл. Если используется уже готовый ламинат, то для изготовления из него панелей применяется гибка или формование растяжением во все стороны. При применении этих технологий следует помнить о следующих особенностях: во-первых, металлы пластически деформируются, а волокна нет. Поэтому пластическое поведение ламината в направлении волокон ограничено деформацией разрушения волокон, для стекловолокна примерно 4%. Когда происходит деформация в направлении волокон, упругие напряжения в ламинате являются значительными и приводят к большим пружинным и/или внутренним напряжениям. Однако перпендикулярно направлению волокон в пластической деформации преобладает деформация разрушения металлических листов или клея. Во-вторых, данный способ подходит для изготовления стрингеров и профилей из ламинатов толщиной до 1,5 мм (GLARE 3/2). При этом минимальный радиус сгиба аналогичен значению соответствующего металлического листа с такой же толщиной, что и ламинат.

При использовании технологии укладки слоев ориентация волокон может быть разной: 0°, ±45° или 90°. Максимальная ширина листов около 1,5 м, а ширина рулонов препрега составляет 0,5-0,6 м. При размещении препрега рядом друг с другом смола соединит находящиеся ближайшие ленты препрегов и в результате получится один гомогенный композиционный слой [4]. Металлические листы таким способом соединить в полной мере не получится. Для металлов существуют два типа соединения в ламинатах: «стык в стык» или «внахлест». При применении соединения «стык в стык» толщина ламината остается постоянной, но стыки должны отставать друг от друга на некоторое расстояние. Подобные места будут самыми уязвимыми. А при использовании соединения «внахлест»

локально увеличивается толщина ламината. Ко всему прочему, СИАЛ, как и любой прочий КМ, подчиняется правилу симметрии укладки слоев. В некоторых местах панели должны быть более усилены, по сравнению с регулярной частью, например вырезы в фюзеляже под иллюминаторы. Поэтому, как и в композиционном материале, применяют плавное добавление и удаление внутренних слоев с сохранением симметрии укладки.

Все эти факторы и особенности должны быть учтены на стадии конструирования деталей и агрегатов планера самолета.

Список литературы

1. Balachandra P. Shetty, Sudheer Reddy, R. K. Mishra, Finite Element Analysis of an Aircraft Wing Leading Edge Made of GLARE Material for Structural Integrity, Journal of Failure Analysis and Prevention, 2017, p. 948-954
2. Benedict A.V., «An Experimental Investigation of GLARE and Restructured Fiber Metal Laminates», Embry-Riddle Aeronautical University, 2012.
3. Sinke. J., «Manufacturing of GLARE parts and structures», Kluwer Academic Publishers, Journal of Applied Composite Materials 10, 2003, p.293-305.
4. Sinke. J., «Manufacturing principles for fiber metal laminats», 17th International Conference on Composite Materials, Edinburgh, UK, 2009.
5. Подживотов Н.Ю., Каблов Е.Н., Антипов В.В., Ерасов В.С., Серебренникова Н.Ю., Абдуллин М.Р., Лимонин М.В. // Слоистые металлополимерные материалы в элементах конструкции воздушных судов, Журнал «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ». № 10, 2016, с. 5-19.

Интеграция систем производства аэрокосмической техники при переходе к бесплазовому методу увязки

Пономарёв С.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кулик Ю.П.
МАИ, Москва
swix240793@mail.ru

Большинство последних исследований, проведенных с целью выбора наилучшего метода увязки деталей и сборочных единиц летательных аппаратов (ЛА), показало, что бесплазовый метод увязки обладает рядом преимуществ. Увязка – процесс согласования геометрических параметров технологической оснастки, деталей и сборочных единиц ЛА [1-2]. В связи с этим, большинство предприятий авиационной и аэрокосмической отрасли начали перенимать новые знания и разработки по увязке, до конца не разобравшись во всех нюансах внедрения и использования метода. В данной работе представлены особенности интеграции производства ЛА при использовании метода бесплазовой увязки.

Метод бесплазовой увязки позволяет:

• сократить цикл и трудоемкость изготовления элементов некоторых видов оснастки;
• избежать изготовления при запуске изделия большого числа специальных средств увязки;
• повысить точность изготовления и увязки оснастки;
• повысить автоматизацию производства;
• создать в сфере подготовки производства систему расчета и записи управляющих программ для всего оборудования с ЧПУ [3].

Все эти преимущества требуют начать интегрировать метод в производство. Интеграция предприятия – процесс изменения имеющейся системы производства, а также взаимодействия между объектами предприятия при внедрении новых методов, средств и технологий. Предприятия, в полной мере не освоившие данный метод, будут значительно уступать другим по показателям эффективности.

Метод бесплазовой увязки не может быть в полной мере реализован предприятием без трех подсистем-компонентов: высокотехнологичных САПР, современного производства, измерительных технологий.

1. Концепция метода бесплазовой увязки

Под бесплазовой увязкой принято понимать совокупность процессов согласования форм и размеров элементов конструкции ЛА в процессе проектирования, подготовки производства, с использованием при этом математических и геометрических моделей, без примения плазов и шаблонов. Источником увязки при данном методе служат твердотельные геометрические модели элементов конструкции ЛА, размеры и формы которых согласованы друг с другом.

Сущность бесплазового метода увязки и изготовления заключается в том, чтобы с помощью системы разработанных геометрических и математических моделей и полученных числовых данных о формах и размерах, рассчитанных с использованием САПР, выдержать заданные допуски при изготовлении оснастки, механообработке изделий и сборке.

Для полной реализации метода необходимы согласованность и взаимодействие: САПР, оборудования с ЧПУ и измерительных технологий. При построениях, увязке и согласовании применяются CAD-системы с использованием методик, размерного анализа и алгоритмов построения моделей. Полученные результаты используются в CAM-системах для написания управляющих программ, для работы обрабатывающих центров и станков. CAE-системы обеспечивают взаимосвязь измерительных технологий и производственного аппарата, повышая качество изготавливаемой продукции на этапе производства прототипов и снижая брак при серийном производстве.

2. САПР

Система геометрического моделирования является основой метода бесплазовой увязки. Современные продукты с интегрируемыми CAD\CAM\CAE- системами проектирования, изготовления и инженерного анализа позволяют инженерам выполнять моделирование объектов и процессов с точностью 1-3 мкм с возможностью применения трехмерной параметризации.

3. Производство

С появлением электронных моделей производство переходит на изготовление деталей с помощью станков с ЧПУ и обрабатывающих комплексов. При использовании метода бесплазовой увязки точность увязки сопрягаемых элементов конструкции напрямую зависит от точности их изготовления.

4. Измерительные технологии

Вопрос о контроле деталей, узлов и сборок остро встает в рассматриваемом методе. Классические методы контроля не всегда могут быть использованы в связи с отсутствием специальной оснастки, разрабатываемой при плазово-шаблонном методе. Методы контроля должны обеспечивать автоматизированный анализ геометрических параметров и возможность внесения изменений в управляющие программы в целях повышения точности и снижения брака продукции.

Современные методы контроля позволят реализовать:

-координатно-измерительные системы и системы лазерного сканирования;

-лазерно-оптические методы;

-голографические методы;

-фотограмметрические методы.

Список литературы

1. В.А. Андреев, В.А. Зворыкин, Л.А. Коноров, С.С. Леньков, С.Т. Орлов, В.С. Семчуков, В.С. Тархов. Расчет и построение контуров самолета на плазе / под ред. С.С. Ленькова: Государственное издательство оборонной промышленности, 1960. 490 с.

2. Современные технологии агрегатно- сборочного производства самолетов/ А.И. Пекарш и др. М.: Аграф- пресс, 2006. 304 с.

3. Моисеев, В.К. Информационные технологии в производстве аэрокосмической техники / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королёва (нац.-исслед. ун-т). Самара, 2012.

Поиск способов устранения срыва потока на самолёта с передним расположением горизонтального оперения

Приймаченко Н.С.
МАИ, Москва
nikitosik59@inbox.ru

Балансировочной схемы с передним горизонтальным оперением (ПГО). Особенностью является отсутствие потерь на балансировку в горизонтальном полете. Для исследования балансировочной схемы возьмём “утку”, которая исключает возможность вхождения в неуправляемый штопор.

Главным недостатком летательных аппаратов (ЛА) схемы “Утка” заключается в наличии “тенденции к клевку”. Данное явление характеризуется срывом потока при превышении критического угла атаки, что приводит к падению подъемной силы на ПГО и опусканию передней части самолёта. В горизонтальном полёте при необходимости увеличения подъёмной силы на ПГО возможен ранний срыв потока из-за превышения критического угла атаки, в отличие от крыла. Подобное явление делает самолёт сложным в управлении и снижает безопасность при маневрировании, в отличие от более распространенной в авиастроении классической схемы.

Проблема стоит и по сей день, и актуальность её решения не пропала. Представителями данной балансировочной схемы являются самолёты: Saab JAS 39, J-20, Eurofighter, Dassault Rafale. Все эти ЛА эксплуатируются вооружёнными силами в разных странах мира, что подтверждает использование рассматриваемой схемы. Цель работы заключается в том, чтобы найти систему управления пограничным слоем на ПГО, задача которой будет устранить исследуемый недостаток.

Рассмотрим несколько систем для устранения проблемы. Они будут сравниваться по экономическим и технологическим критериям, но простоте в изготовлении и использовании, а также надёжности и безопасности при эксплуатации. На этой основе будет определена оптимальная система.

Выбранная система привёдет к ряду плюсов: удастся повысить максимальное значение подъемной силы на ПГО. Это позволит использовать самолёт на более экстремальных углах атаки, сделает самолёт более управляемым при маневрировании, что позволит эксплуатировать балансировочную схему с ПГО более безопасно. Внедрённая система позволит расширить эксплуатацию ЛА данной схемы и, возможно, заменит классическую из-за превосходства по техническим характеристикам.

Динамическая математическая модель системы электроснабжения переменного тока для проектирования и сертификации системы в программном комплексе SimInTech

Притулкин А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Стрелец Д.Ю.
МАИ, Москва
lexamegane@mail.ru

В современном летательном аппарате (ЛА) ни одна бортовая система не может функционировать без электрической энергии, поэтому система электроснабжения (СЭС) является одной из основных систем ЛА. Система электроснабжения предназначена для генерирования, передачи, распределения электрической энергией требуемого качества и обеспечения электропитанием всего бортового оборудования летательного аппарата с заданной надежностью.

На этапе проектирования и разработки любого ЛА, в том числе и дальнемагистрального пассажирского самолета, в рамках создания СЭС необходимо решить следующие задачи:

- Выполнить поисковых исследований в части архитектуры СЭС.
- Выявить и оценить технические риски для различных вариантов архитектуры.
- Провести сравнительный критериальный анализ конкурирующих вариантов.
- Разработать технические требования на компоненты системы.
- Оценить надежность и отказоустойчивость разрабатываемого варианта СЭС.
- Провести предварительные и сертификационные испытания СЭС с реальными агрегатами.

Для решения данных задач возможно применение специальных программных комплексов, которые позволяют заменить реальные сложные системы, конструкции и агрегаты структурными схемами в виде блоков математических моделей, полностью описывающих их работу.

Программный комплекс SimInTech относится к системам автоматизированного проектирования (САПР) логико-динамических систем, описываемых во входо-выходных отношениях и обладает достаточным функционалом для осуществления поисковых исследований, создания моделей сложных технических систем с точностью, позволяющей провести предварительные и сертификационные испытания системы с реальными агрегатами и устройствами.

В данной работе в программном комплексе SimInTech была разработана динамическая модель системы генерирования и распределения переменного тока постоянной частоты для дальнемагистрального пассажирского самолета, которая включает в себя две основные части: электрическую схему СЭС и систему управления режимами работы СЭС.

Система управления режимами работы СЭС содержит набор управляющих элементов контакторов и шин, режимы управления которыми определяются разработанными алгоритмами управления СЭС, а также содержит математические модели объектов управления, реализованные в виде входо-выходных схем или набранных на встроенном языке программирования. Система управления режимами работы СЭС набирается из блоков общетехнической библиотеки и рассчитывается встроенным в SimInTech математическим ядром.

Электрическая схема СЭС содержит расчетную схему системы генерирования и распределения переменного тока, управляемую системой управления режимами работы СЭС. Данная часть позволяет проводить анализ потребляемых токов в каждой точке генерирования и распределения переменного тока, определять параметры генерирующих, распределяющих, потребляющих агрегатов

и проводников и проводить анализ чувствительности системы в целом к изменению одного или другого параметра.

Все управление моделью создается в эскизном окне схемы автоматики; здесь формируются и передаются основные сигналы, поступающие на управление контакторами. Таким образом осуществляется функциональная связь между объектами регулирования и основными агрегатами. В схеме системы электроснабжения создается модель генерирования и распределения переменного тока, включающая в себя провода, распределяющие устройства с возможностью имитации электрической нагрузки, основные генераторы, вспомогательные силовые установки и аварийные генераторы. Связь между электрической схемой и схемой управления осуществляется напрямую и определяется разработанными алгоритмами реконфигурации СЭС.

Данная динамическая модель позволяет проверить работоспособность выбранной схемы СЭС, проверить качество электроэнергии на всех участках цепи, рассчитать потребляемую мощность электрической энергии и проверить устойчивость СЭС к типовым отказам. Более того, после написания алгоритмов взаимодействия с реальными агрегатами она может быть использована в составе стенда «Железная птица». Алгоритмы проведения поисковых исследований и выбора оптимальной структуры СЭС на данном этапе находятся в стадии написания.

Инженерная методика расчета процессов безопасного отделения АСП из внутренних отсеков ЛА с использованием вычислительной гидродинамики

Рамазанов Р.Ф.
Научный руководитель — к.т.н. Стрелец Д.Ю.
МАИ, Москва
ramazanovrf@inbox.ru

Инженеру при проектировании современных боевых авиационных комплексов необходимо решить большое количество задач, одной из которых является применение авиационных средств поражения (АСП). На вооружении ВВС состоит широкая номенклатура применяемых средств поражения, и для каждого типа инженеру необходимо принять ряд ответственных решений: о размещении, параметрах и логике пуска, при этом необходимой обеспечить высокую точность и безопасность применения. Решение этих задач на раннем этапе проектирования является затруднительным. Обнаружение ошибок проектирования уже после принятия решений грозит потерей времени и затраченных средств. Основными способами подтверждения принятых решений служат: эксперименты в аэродинамических трубах и летные испытания, численное моделирование. Последний позволяет решать вопросы в оперативном порядке.

Для техники, уже находящейся на вооружении, более актуален вопрос об обеспечении предъявляемых требований повышенной точности применения авиационных средств поражения при решении задач класса воздух-земля, как того требует тактика современного применения фронтовой авиации. Первый способ обеспечения данного требования – применение АСП с собственными системами наведения и корректировки, второй – использование неуправляемых авиационных бомб (АБ), точность метания которых обеспечивается только системой управления оружия (СУО) самолета-носителя. Количество неуправляемых боеприпасов в распоряжении военных всегда будет превышает количество высокоточных в связи с высокой стоимостью последних. Поэтому для решения всех поставленных задач по наземным целям по-прежнему необходимо применять неуправляемые АСП. Однако высокая подверженность внешним факторам сильно сказывается на точности бомбометания неуправляемых бомб. Для улучшения показателей эффективности их применения существует необходимость повышения точности бомбометания за счет модернизации СУО.

Для расчета траектории снарядов в СУО самолета закладываются аэродинамические характеристики (АДХ) снаряда. Данные получают из экспериментов в аэродинамических трубах (АДТ). Эта методика не позволяет учесть все возникающие при применении АСП факторы. Представителями ВКС проводятся летные испытания (ЛИ), и по результатам которых осуществляется опытная коррекция значений АДХ для получения приемлемых значений точности бомбометания в боевых условиях. Снижения затрат материальных и временных ресурсов в ходе испытаний можно добиться за счет дополнения натурных испытаний цифровыми.

В связи с интенсивным ростом производительности вычислительных комплексов, при уменьшении стоимости их эксплуатации, внедрение методов вычислительной гидродинамики (ВГД, CFD – Computational Fluid Dynamic) в процесс разработки изделий становится наиболее актуальным. Во всем мире прослеживается тенденция к сокращению объемов натурных испытаний за счет

глубокого внедрения современных расчетных методов. Однако сложность в задании параметров решателя и при построении дискретной модели делает невозможным применение ВГД инженерами – проектировщиками без погружения в теоретические основы данного вида исследования. Представителем подобного отечественного программного комплекса является (ПК) ЛОГОС, ориентированный на решение трёхмерных мультифизичных задач инженерного анализа.

При всем многообразии научных работ по решению задач методами ВГД по отделению АСП они не содержат рекомендаций по построению дискретной модели и заданию параметров решателя.

Целью данной работы является формирование рекомендаций при подготовке расчета, с возможностью добиться максимальной быстроты расчета при заданной точности.

Задачи, решаемые в данной работе:

1. Оценка факторов, оказывающих влияние на быстродействие.
2. Оценка факторов, оказывающих влияние на точность вычислений.
3. Формирование и отработка рекомендаций на валидационных задачах.
4. Апробация рекомендаций на реальной задаче.

Расчетные исследования по выбору рациональных параметров стоек шасси самолетов

Савельев С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.
МАИ, Москва
savvasavelyev@gmail.com

Под рациональной конструкцией стоек шасси подразумевается такой вариант среди возможных, который по тем или иным причинам предпочтительнее других. Как правило, при котором масса была бы минимальной, при сохранении требуемого уровня надёжности, безопасности и технологичности.

Выбор рациональной схемы стоек шасси самолетов предполагает сравнение и анализ, с использованием различных методов расчета, возможных конструкторских решений по комплексу параметров и различных факторов, оказывающих влияние на характеристики данного узла самолета, поиск такого решения, которое обеспечивает рейтинговый объем заданных характеристик в большей степени.

Исследование данного вопроса велось с условием «минимальной массы» при заданных ограничениях на особенности технического состояния стоек и максимальные нагрузки на конструкцию шасси и планер самолета на всех режимах эксплуатации.

Определенное влияние на массу опоры оказывает положение ее силовых элементов относительно друг друга, в частности положение подкоса и механизма уборки/выпуска опоры относительно стойки.

В совокупности наиболее часто встречающихся вариантов компоновки элементов конструкции была разработана расчетная схема, для которой применимы существующие методики расчета.

Показан процесс нагружения стойки в процессе эксплуатации ЛА, в результате оптимизационных расчетов основных характеристик.

На основе результатов расчета приведены рекомендации, нацеленные на упрощение выбора рациональной конструкции стоек и оптимизацию некоторых параметров для снижения общей массы стойки.

На примере моделирования нагружения предлагаемой схемы стойки шасси показано, что применение результатов позволяет довольно значительно снизить массу, а также нагруженность ответственных узлов стойки шасси при вертикальных и продольных нагрузках.

Математическое моделирование такой схемы позволяет проводить оптимизационные расчеты и стоек передних опор шасси, и основных в том числе.

Снижение массы шасси, как и других узлов самолета, влечет за собой и снижение массы всего самолета в целом, что улучшает его характеристики.

К вопросу о дозаправке военно-транспортного вертолета топливом в полете

Смирнов А.А., Ильин А.О., Болобко А.Д.
Научный руководитель — Разбойников В.Г.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
barantsev.serzh@yandex.ru

В работе проведен анализ путей повышения боевой эффективности военно-транспортных вертолетов. В процессе анализа было выявлено, что для этого, наиболее целесообразно увеличить дальность и продолжительность полета вертолета с помощью дозаправка его топливом в полете. Это

позволит увеличить радиус действия боевой машины и дальность беспосадочного транспортного маршрута. Кроме того, таким путем можно увеличить время патрулирования и повысить полезную нагрузку вертолетов за счет уменьшения количества топлива, заправляемого в топливные баки перед полетом.

Для достижения этой цели разработана система дозаправки топливом в полете вертолета Ми-8 с помощью гибкого шланга и конуса, при этом вертолет должен иметь выдвижную телескопическую штангу и магистраль заправки топливом.

Выдвижная телекопическая штанга-приемник состоит из головкиприемника и агрегата заправки топливом. Агрегат заправки топливом представляет собой отдельную съемную балку, которая установлена на левой стороне носовой части вертолета. Выпуск-уборка штанги производится от общей гидравлической системы вертолета.

Система дозаправки реализована в общем контуре топливной системы вертолета, при этом топливо принимается штангой дозаправки и поступает по магистрали заправки в топливную систему вертолета, что обеспечит неизменность порядка заправки и выработки топлива. Для со-кращения времени дозаправки перекачивание топлива происходит под давлением около 3,6 кг/см^2, время одной дозаправки не превышает 6 минут.

Для увеличения дальности полета вертолета теоретически можно применять любое количество дозаправок.

Список литературы

1. Щеглов А.В. Вертолет Ми-8МТ (МТВ): вертолет и двигатели.– Торжок, 2003 г.

2. Володко А.М., Верхозин М.П. Вертолеты. Военное изд-во. – Москва, 1992 г.

Выбор основной элементной базы для разработки навигационной системы управления беспилотным летательным аппаратом

Смирнова Н.А., Гузанова А.Е.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Кизимов А.Т.

РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск

krb13-9@yandex.ru

Разработка навигационных систем, устанавливаемых на беспилотные летательные аппараты, на сегодняшний день является актуальной задачей, универсальное решение которой позволит значительно повысить качество навигации. Существующие на данный момент системы, основанные на вторичной обработке сигналов, несмотря на высокую точность определения навигационных параметров, для поддержания которой требуется большое количество вычислительных ресурсов, снижают помехоустойчивость и надёжность системы в целом. Аналогичные бесплатформенные инерциальные навигационные системы, наряду с относительной простотой конструкции, хорошей помехозащищенностью и малым количеством источников навигационной информации, обладают небольшим временем автономной работы, в течение которой погрешности расчётов не превышают допустимых значений.

Для одновременного уменьшения вычислительной мощности и увеличенияя времени автономной работы целесообразно создать такую навигационную систему, которая с достаточной точностью будет решать задачи навигации без использования большого количества трудоёмких вычислений и выполнять коррекцию данных с помощью информации из дополнительных источников (спутниковая радионавигационная и наземная радиолокационная системы).

Для аппаратной реализации поставленной выше задачи необходимо выбрать элементную базу, которая наряду с быстродействием, будет обладать необходимыми конструктивными особенностями, а именно малыми размерами, планарными выводами корпусов, широким температурным диапазоном. При разработке навигационной системы следует учесть ряд факторов, связанных с тем, что система должна помимо расчётов оперативно передавать вычисленные данные на автопилот и блок траекторного управления и записывать данные о полёте в чёрный ящик. Следовательно, управляющее устройство должно обладать всеми необходимыми контроллерами управления интерфейсами, возможностью распараллеливания процессов вычислений и управления, большим количеством выводов и возможностью отладки программного обеспечения.

Подбор управляющего устройства можно осуществлять двумя путями: использовать несколько управляющих устройств, то есть микроконтроллер и одноядерный микропроцессор, что приведёт к увеличению места, занимаемого печатным узлом, и снизит быстродействие, или выбрать многоядерный процессор, который устранит данные недостатки с помощью аппаратного и программного распараллеливания задач. Целесообразно воспользоваться вторым вариантом решения

задачи и выбрать многоядерный микропроцессор. В качестве подобного микропроцессора можно использовать процессоры из семейства Integra фирмы Texas Instruments с предлагаемой ими средой разработки.

Для реализации чёрного ящика предлагается использовать память NAND Flash, обладающую большим объёмом, необходимым для записи и хранения телеметрических данных. Запись программы в микропроцессор следует выполнять с внешнего устройства, представленного NOR Flash памятью.

Последним основным компонентом элементной базы для реализации навигационной системы является быстродействующая оперативная память типа DDR3 или DDR3L с более низким энергопотреблением, чем DDR3.

Таким образом, аппаратная структура, необходимая для реализации навигационной системы, состоит из минимального количества необходимых компонентов и полностью реализует все поставленные перед навигационной системой задачи.

Список литературы

1. Патент RU 2373498 Навигационный комплекс, устройство вычисления скорости и координат, бесплатформенная инерциальная курсовертикаль, способ коррекции инерциальных датчиков и устройство для его осуществления. Приоритет от 08.10.2007. Опубл. 20.11.2009. Бюл. № 32.

2. Комплексы с беспилотными летательными аппаратами. В 2-х кн: Кн. 2. Робото-технические комплексы на основе БЛА: Монография / Под ред. В.С. Вербы, В.Г. Татарского. – М.: Радиотехника. 2016. 24 с.

Разработка энергоэффективного конвертоплана-крылоаCOM-93

Снегирев М.В., Полозов Н.В., Монгуш Д.С.
Научный руководитель — к.т.н. Лопаткин Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
dimkaao@yandex.ru

Актуальность разработки обусловлена неэффективностью конструкции существующих конвертопланов, не участвующей в создании подъемной силы, но увеличивающий лобовое сопротивление, что существенно ограничивает тактико-технические характеристики, особенно такие, как скорость, дальность и продолжительность полета. Цель проекта является разработка энергоэффективного БЛА, обладающего увеличенными продолжительностью и дальностью полета, возможностью автоматического вертикального взлета и посадки без специального оборудования и подготовленных площадок. В отличии от существующих аналогов, у конвертоплана COM-93 планер имеет профиль, характерный для крыла, и отсутствуют аэродинамические управляющие поверхности. Управление конвертопланом обеспечивается путем совместного поворота всех четырех двигателей и раздельным управлением их тягой. Произведен анализ профилей крыла для создания аэродинамической схемы. Для этого выполнялся расчет аэродинамических характеристик в программной среде полунатурного моделирования. Для подтверждения достоверности полученных в результате моделирования характеристик был проведен натурный эксперимент в аэродинамической трубе. В результате моделирования получены оптимальные форма и размеры крыла для достижения требуемых аэродинамических характеристик. Разработан макетный образец конвертоплана, проведены натурный и полунатурный эксперименты для получения аэродинамических характеристик. Благодаря предложенным техническим решениям конвертоплан COM-93 обладает следующими достоинствами: энергоэффективность, что, соответственно, дает большую дальность и продолжительность полета; вертикальный взлет и посадка на необорудованные аэродромы, что существенно расширяет тактические возможности группового применения; простота конструктивных решений, обеспечивающая низкую стоимость и повышенную надежность. В результате проведенных исследований предложены новая аэродинамическая схема и конструкция конвертоплана, учитывающие оптимальные геометрические параметры крыла, которые отвечают необходимым аэродинамическим характеристикам. В результате реализации проекта планируется получение эффективных и конкурентоспособных БЛА различных классов, существенное расширение возможностей, повышение автономности и безопасности полета на различных режимах, что позволит увеличить гибкость применения беспилотной авиации в широком диапазоне задач военного и гражданского назначения. Научная новизна предлагаемого решения подтверждается проведенным патентным поиском и анализом литературы, который показал отсутствие аналогичных решений.

Анализ вибрационной устойчивости процесса концевого фрезерования пера лопатки ГТД

Соколов Г.В.
Научный руководитель — Жидяев А.Н.
Самарский университет, Самара
Jocker4@mail.ru

Под устойчивостью понимается свойство системы сохранять свое состояние под воздействием внешних возмущений. Показателем потери устойчивости режущего процесса как системы является возникновение вибраций одного или нескольких элементов этой системы (заготовки и/или инструмента). Неустойчивость механической обработки может стать причиной снижения качества обработанной поверхности и размерной точности детали, преждевременного износа инструмента, поломки шпиндельного узла станка, нарушения его регулировки, появления шума и многих других отрицательных последствий [1].

В случае фрезерования маложестких лопаток роль анализа виброустойчивости возрастает, поскольку удаление припуска с обрабатываемых поверхностей изменяет податливость детали, в результате чего подбор устойчивых режимов резания вручную осуществить крайне сложно [2]. Кроме того, сложнопрофильные поверхности пера лопатки и изменение пространственного положения фрезы при обработке оказывают неоднозначное влияние на вероятность появления вибраций. Поэтому создание методики оценки устойчивости фрезерования лопаток ГТД является актуальным вопросом.

В данном исследовании разработан метод анализа виброустойчивости обработки компрессорной лопатки концевыми фрезами со скругленными торцами на 5-осевом станке S500L. Для оценки устойчивости режущего процесса в качестве основы используется математическая модель динамики обработки фрезой со скругленными торцами [3]. Расчетная схема данной модели учитывает фрезерование криволинейной поверхности пера лопатки под определенными углами опережения и наклона фрезы. Анализ на устойчивость системы дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, описывающей динамику обработки, заключается в рассмотрении этой системы в виде дискретной в течение периода прохождения зуба фрезы и проверки условий устойчивости на каждом шаге.

Частотные функции системы «инструмент-оснастка», необходимые в качестве входных данных для расчета, были найдены с помощью численного моделирования в программе COMSOL Multiphysics. При этом моделировалось напряженно-деформированное состояние материала в результате посадки концевой фрезы (диаметр равен 12 мм, количество зубьев равно 4) в термозажимной патрон с натягом. Частотные функции заготовки лопатки ГТД с учетом их изменения по мере удаления припуска также были найдены конечно-элементным расчетом.

По результатам моделирования были построены диаграммы устойчивости, отражающие зависимость критической радиальной глубины резания от частоты вращения шпинделя станка. Расчет, проведенный для наиболее «податливой» точки в одном из сечений лопатки, показал, что при осевой глубине 0,2 мм и подаче 0,08 мм/зуб наиболее производительным является устойчивый режим с радиальной глубиной резания, равной 0,085 мм, в диапазоне частот вращения шпинделя 1520…1600 об/мин.

Список литературы

1. Жарков И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом. Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1986. 184 с.

2. Внуков Ю.Н., Гермашев А.И., Мозговой В.Ф. Применение технологических сред при фрезеровании токностенных деталей: монография. Запорожье: ЗНТУ, 2016. 187 с.

3. Yan R., Gong Y., Peng F. Three degrees of freedom stability analysis in the milling with bull-nosed end mills // Int J Adv Manuf Technol. 2016. Vol. 86. P. 71-85.

Разработка ячеистой конструкции и исследование возможности её применения в качестве экранной защиты космических аппаратов

Тераганов О.А., Плющаков Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Волхонский А.Е.
МАИ, Москва
teraganov@inbox.ru

Во время функционирования КА подвергаются различным вредным факторам. Одним из них является воздействие микрометеороидов, а также, для орбитальных станций, техногенных частиц, несущих на большой скорости колоссальную кинетическую энергию. При соударении таких объектов с частями КА могут возникнуть серьезные повреждения, вплоть до полного выхода последнего из строя. Это делает актуальной проблему обеспечения повышенной ударной прочности экранной защиты космических аппаратов.

Помимо требований по прочности, предъявляемых к современным конструкциям, возрастают также требования по весу. Создание материала одновременно прочного, жесткого и лёгкого, то есть удовлетворяющего этим противоречивым требованиям, является весьма затруднительным. Это приводит к идее разработки трехслойных конструкций заполнитель которых может выполнять сразу несколько функций.

Традиционная экранная защита представляет собой набор различных алюминиевых и металлических листов, стальных сеток, а также трехслойных сотовых алюминиевых панелей, соединяемых клеем. Анализ конструктивных зон на примере МКС показал, что преимущественно в качестве защиты от микрометеороидов и техногенных частиц применяются клеёные трёхслойные сотовые панели. Их несущие слои (лицевые листы) изготовлены из сплава АМг6-Н, заполнитель – алюминиевые соты АМг2-Н, а соединение выполнено методом нанесения клеевых полос. При таком соединении возникает ортотропия – неодинаковость предела прочности при сдвиге. Кроме того, после испытаний в ИПХФ РАН было установлено, что клей имеет свойство довольно быстро деградировать в условиях космоса и при соударении техногенных частиц с экраном способствует образованию газового облака, чем снижает баллистические свойства пораженной зоны.

С целью устранения недостатков, имеющихся у традиционных панелей экранной защиты КА, была разработана трехслойная конструкция, заполнитель которой предлагается изготавливать в виде полуфабриката, имеющего полые конические ячейки. В такой конструкции обеспечена возможность использования сварки для соединения панелей между собой и с листами обшивки с целью исключения использования клеевых соединений в условиях пребывания в космосе. Кроме того, применение сварки даст высокую прочность соединения слоёв панели и однородность прочностных свойств по обоим направлениям.

Для оценки возможности использования разработанной ячеистой конструкции проведено ее сравние с сотовыми панелями, применяемыми для экранной защиты МКС. По результатам расчётов массы панелей и анализа напряженно-деформированного состояния определены зоны использования предлагаемой конструкции, при условии соответствия ее определенным требованиям микрометеоритной защиты (ММЗ).

С целью точного определения возможности применения данных конструкций для экранной защиты предполагается смоделировать процесс ударного взаимодействия высокоскоростных частиц с предлагаемой панелью. Для исследования поставленный задачи будет использован программный комплекс ANSYS-AUTODYN.

Помимо применения ячеистых панелей для ММЗ, планируется определить прочностные характеристики таких конструкций, с целью определения возможности их использования в других отраслях промышленности.

Применение ферменных конструкций в планере современных самолетов

Тераганов О.А., Плющаков Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Волхонский А.Е.
МАИ, Москва
teraganov@inbox.ru

Проблема снижения массы конструкции планера самолета всегда является актуальной в авиастроении. Для её эффективного решения следует учитывать особенности конструкции современных самолетов, а также перспективы применения новых материалов.

Возникновение новых требований к современным самолетам повлекло за собой изменение их облика. В первую очередь это относится к самолетам боевой авиации. Стали широко применяться самолеты интегральной аэродинамической компоновки, а также получила распространение схема летающее крыло. Следствием этого является значительное усложнение конструктивно-силовых схем летательных аппаратов. В планере самолета появились зоны со значительными перепадами строительных высот, а также протяженные стеночные элементы, разделяющие фюзеляж на функциональные отсеки, служащие для размещения топлива, полезной нагрузки и прочих целей. Выбор конструктивного решения для данного вида компоновочных схем не всегда является простым и часто требует анализа различных вариантов конструкции для получения рационального решения.

Наибольшее распространение в современном самолетостроении получили балочные конструкции. Это связано, главным образом, с преимуществами балок с точки зрения массы по сравнению с фермами при малых строительных высотах. Однако появление протяженных стеночных элементов, а также зон с большой строительной высотой делает актуальным использование в планере самолета ферменных конструкций, для снижения его массы. В настоящее время применение ферменных конструкций в основном реализуется внутри «традиционной» балочной конструктивно-силовой схемы. Это осуществляется путем замены стеночных элементов на жесткие плоские фермы. Данное решение позволяет использовать преимущества балочных схем с точки зрения компоновки и ферменных схем с точки зрения массы при больших строительных высотах.

Ферменные конструкции представляют собой систему шарнирно-соединенных стержней, работающих на растяжение-сжатие. Это говорит о том, что для максимального весового совершенства этих конструкций нужно использовать материалы с наиболее высокими коэффициентами удельной прочности. Благодаря высоким характеристикам современных композиционных материалов, в частности углепластиков, их применение является наиболее перспективным для изготовления элементов ферм. Композиты относятся к анизотропным материалам, и в отличие от металлов их механические свойства сильно зависят характера и направления действия нагрузки. Максимальное снижение массы при применении композитов удается получить, когда элемент нагружен силой, направление которой совпадает с ориентацией волокон. Так как стержни нагружены только осевой силой, то они являются идеальными элементами для использования композиционных материалов.

Использование ферменных конструкций актуально и для самолетов классической аэродинамической компоновки. Это связано с тем, что при использовании новых конструкционных материалов меняются строительные высоты, при которых эффективно использование ферменных конструкций. Поэтому в ряде случаев будет целесообразно отказаться от традиционных конструктивных схем для получения более легкой конструкции.

Примером успешного применения композитной ферменной конструкции является нервюра киля самолета А380. При её проектировании были проанализированы несколько вариантов исполнения конструкции, из которых наиболее эффективной оказалась композитная ферменная, которая при условии равной прочности обеспечивала снижение массы на 26% и впоследствии была реализована в самолете.

Проектирование беспилотного летательного аппарата большой дальности полета

Тимофеев А.А., Никифоров О.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агаев Р.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
nikiforov.o@mail.ru

Беспилотные летательные аппараты (БпЛА) появились в связи с необходимостью эффективного решения военных задач тактической разведки, доставки к месту назначения боевого оружия (бомб, торпед), управления боевыми действиями. В настоящее время по данным ведущей международной ассоциации беспилотных систем разработку и проектирование БпЛА производят в 52 странах мира. Широкое применение БпЛА нашли в военных операциях антитеррористической направленности. Это подтверждается событиями, происходящими в Сирийской Арабской Республике, а также в Грузии.

Современные локальные конфликты предъявляют новые требования к ведению боевых действий, где всё большее участие принимают высокоточные образцы вооружения и военной техники. Большое развитие получили беспилотные летательные аппараты, которые имеют уже довольно большой послужной список. Проектируемый БпЛА является дистанционно управляемым, пилотирование осуществляется оператором из наземного пункта управления и при необходимости автоматически управляемым, с программной системой управления.

Проектируемый БпЛА обладает следующими преимуществами:

• БпЛА на порядок дешевле пилотируемого самолета.
• Отсутствие пилота на борту существенно снижает затраты на выполнение задания.
• БпЛА потребляет меньше топлива.
• Отсутствие потерь летного состава.
• Незаметность в ходе выполнения боевой задачи.
• Способность применять вооружение на большие расстояния и на различных высотах.
• Сбор достоверной разведывательной информации в короткие сроки.

Спроектированный БпЛА может выполнять большое количество задач:

• Уничтожение наземных и морских объектов противника на больших расстояниях.
• Боевое дежурство в воздухе.
• Ведение воздушной разведки.
• Автоматизация управления войсками.
• Доставка грузов на большие расстояния.

Для выполнения поставленных задач необходимо спроектировать БпЛА с более высокой экономичностью топлива, с высоким аэродинамическим качеством и малой заметностью.

В результате проведенных расчетов были получены следующие тактико-технические характеристики проектируемого БпЛА [1]:

• Нагрузка целевая – 12000 кг.
• Число М полета крейсерское – 0,8.
• Высота полета – 12 км.
• Дальность полета – 8000 км.
• Взлетная масса – 55000 кг.

Подбор двигателей, обеспечивающих необходимую тягу силовой установки, осуществляется путем анализа удельных тяговых характеристик существующих и перспективных двигателей, создаваемых в нашей стране.

Оптимальным вариантом по экономичности, размерам и характеристикам будет двигатель ПД-14. На БпЛА предполагается использовать два двигателя ПД-14.

ПД-14 – турбореактивный двухконтурный двухвальный двигатель, без смешения потоков наружного и внутреннего контуров, с реверсом и эффективной системой шумоглушения, включая шевроны. Характеристики данного двигателя [2]:

• Диаметр вентилятора – 1900 мм.
• Сухая масса двигателя – 2870 кг.
• Взлетная тяга – 137 кН.
• Удельный расход топлива – 0,058 кг/кгс.
• Степень повышения давления в компрессоре – 41.

Конечным этапом проектирования БпЛА является создание и испытание натурной модели проектируемого БпЛА, а также построение 3D-модели в программе 3D KOMPAS. Это необходимо, чтобы качественно оценить аэродинамическую компоновку не только за счет геометрических характеристик, но и за счет визуального наблюдения. Также это позволит решить уже на этом этапе множество вопросов, связанных с особенностями эксплуатации, размещения агрегатов, аппаратуры, возможностями базирования и обслуживания. Современные технологии позволяют максимально точно и в хорошем качестве визуализировать БпЛА.

Проделанная работа по проектированию беспилотного летательного аппарата, включающая расчет 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 самолета: Учебное пособие по курсовому проектированию по дисциплине «Конструкция и прочность летательных аппаратов»: Воронеж: ВУНЦ ВВС, 2012. 125 с.
2. www.avid.ru

Расчетно-экспериментальное определение механических характеристик композитного пакета, собранного из монослоев со смешанной укладкой

Томашевский А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мартиросов М.И.
МАИ, Москва
al.tomashevsky@gmail.com

Рассматривается теоретическое (аналитическое и численное) и экспериментальное определение механических характеристик композитного пакета (КП) заданного формата укладки: +45°/-45°/0°/90°/0°/+45°/-45°/-45°/+45°/0°/90°/0°/-45°/+45° (всего 14 монослоев).

Материал – углепластик на основе препрега HexPly M21/34%/UD194/IMA – 12K (углеродная лента IMA на базе высокопрочного волокна HexPly IMA-12K и эпоксидное связующее M21) производства фирмы Hexcel Composites (США). Препрег представляет собой набор углеродных жгутов, собранных в ленту без утка. Лента пропитана связующим по технологии «Hot Melt», т.е. связующее в виде пленки совмещается с наполнителем с двух сторон и под давлением каландров при повышенной температуре сплавляется. Лента по сравнению с тканью обладает лучшей сопротивляемостью однонаправленным нагрузкам, лучшими аэродинамическими свойствами поверхности, менее пориста, обладает большей прочностью и жесткостью, стоимость сырья для нее меньше, а стоимость производства больше. Такой препрег предназначен для изготовления изделий конструктивного назначения по автоклавной технологии.

Характеристики монослоя известны (толщина, плотность, объёмное содержание наполнителя, пределы прочности при растяжении и сжатии вдоль и поперек волокна, предел прочности при сдвиге в плоскости КП, модули упругости при растяжении и сжатии вдоль и поперек волокна, модуль упругости при сдвиге в плоскости КП, коэффициент Пуассона).

Исходные данные являются паспортными и получены экспериментально применительно к режиму RTD (Room Temperature Dry): испытания материала в условиях лаборатории (температура +23° С, влажность – в состоянии поставки образцов).

Все расчеты выполнялись применительно к плоской монолитной панели, а их результаты сравнивались с полученными экспериментальными данными.

Аналитический расчет на растяжение – сжатие проводился по инженерным формулам Ю.П. Трунина (ЦАГИ) для симметричных КП. Определялись жесткостные и прочностные характеристики КП с помощью предварительно вычисленных коэффициентов укладки.

Численный расчет на растяжение – сжатие проводился с помощью программного комплекса NX 11.0 (CAD/CAM/CAE – система производства компании Siemens PLM Software).

Эксперименты выполнялись на электромеханической испытательной машине INSTRON (Великобритания). С помощью автоклава была изготовлена плоская монолитная панель, из которой далее вырезались стандартные образцы для испытаний на растяжение и сжатие. Всего испытано 24 образца (по 12 на растяжение и на сжатие при направлениях выреза образцов из изготовленной панели 0° и 90°). Получены диаграммы деформирования. Определены разрушающая нагрузка и разрушающее напряжение. Сформулированы практические выводы и рекомендации.

Технология импульсной лазерной резки алюминиевого сплава В93 при увеличении толщины материала

Хайруллина Л.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Смородин Ф.К.
КНИТУ-КАИ, Казань
Lraisovna777Z777@yandex.ru

Использование вспомогательного газа позволяет существенно снизить удельные затраты энергии излучения благодаря более интенсивному удалению из узкой щели реза продуктов разрушения. При резке металлов применяют в основном кислород. Импульсная лазерная резка алюминиевого сплава предпочтительна для материала не только турбореактивного двигателя, но и фюзеляжа, крыла и оперения.

Импульсная лазерная резка осуществлялась на технологическом комплексе LASERCUT 3015 мощностью 4 кВт. Данные экспериментальные исследования резки алюминиевого сплава В93 для отверстий, пазов в камерах сгорания и входного обтекателя газотурбинного двигателя при изменении следующих параметров: мощности лазера, скорости резки, частоты и длительности импульсов, заглубления фокального пятна в материал.

Большой перепад температуры в стенках жаровой трубы приводит к появлению в них температурных напряжений, которые вызывают коробление, а иногда и разрушение стенок. При проектировании камер сгорания уделяется внимание их охлаждению. Для предотвращения дефектов в виде трещин и короблений в зоне термического влияния предлагается использование импульсной лазерной резки. Применение импульсного излучения позволило снизить удельные затраты энергии излучения за счёт использования воздуха вместо дорогостоящего газа – кислорода, а также существенно повысили качество резки по технологическим показателям – шероховатость поверхности до 0,43 мкм и ширину реза до 0,15 мм при резке алюминия толщиной 7 мм.

Получены результаты экспериментов импульсной лазерной резки алюминиевого сплава В93.

Результаты используются на предприятиях ОАК как малоотходный и высокопроизводительный процесс. Для выполнения экспериментов были выбраны алюминиевые сплавы толщинами 3 мм, 5 мм, 7 мм. В результате определены оптимальные режимы по скорости импульсной лазерной резки, мощности лазерного излучения. Данные результаты будут способствовать повышению производительности процесса. Эффективное использование дешёвого технологического газа – воздуха будет способствовать уменьшению энергозатрат.

Рабочие кольца первой и второй ступеней изготовлены из алюминиевого сплава В93. Для изготовления корпусов и жаровых труб камер сгорания используются термостойкие сплавы на основе кобальта и никеля.

Разработка структурно-параметрической модели коленчатого вала

Череватенко Н.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
grand-97@mail.ru

Автоматизированное проектирование занимает одно из лидирующих мест среди информационных технологий. Прежде всего автоматизированное проектирование — комплексная дисциплина, которая входит в состав других современных информационных технологий. А во-вторых, знание основ автоматизированного проектирования и умение работать с опорой на средства САПР требуются любому инженеру разработчику. В наше время компьютеры повсеместно используются в проектных подразделениях, в конструкторских бюро и в офисах. Работа инженера-конструктора за привычным кульманом, расчеты при помощи логарифмической линейки или составление отчета на печатной машинке уходят в прошлое. Предприятия, ведущие разработки без опоры на технологии САПР или лишь с малой степенью их интеграции, оказываются неконкурентоспособными, как из-за несопоставимых материальных и временных затрат на проектирование, так и из-за худшего качества выполнения проекта по сравнению с предприятием, использующим САПР.

В данной работе с помощью комплексной системы автоматизированного проектирования была создана модель для расчета коленчатого вала двигателя в натуральную величину.

Исследование спецификации, устройства, технического описания, конструкции и технологии изготовления изделия «Коленчатый вал» позволило изучить основные характеристики моделируемого объекта, выделить компоненты, которые войдут впоследствии в информационную структурно-параметрическую модель с интегрированным расчетом.

На основе проведенного изучения изделия «Коленчатый вал» была создана комплексная параметризованная модель производственной спецификации, включающая расчет технических, ресурсных и геометрических параметров объекта. В полученной модели возможно изменять различные входные параметры с целью получения оптимальной конфигурации изделия. Эти результаты позволяют оценить варианты применения изделия, что в конечном итоге приводит к выбору его наиболее рациональных конструктивных и функциональных характеристик.

Многоцелевой ударный вертолет с разработкой мероприятий, улучшающих эксплуатационную технологичность

Шелков Я.Т., Ончуров Е.М., Бурлаков С.В.
Научный руководитель — Шелков Я.Т.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
shelkov.1@yandex.ru

Концепция летающей боевой машины пехоты, совмещающей ударные и десантные функции, зародилась в середине 60-х годов прошлого века. Первым таким вертолетом 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 вертолета.

Состоящие на вооружении ВВС РФ вертолеты 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 вертолетостроения, что подтверждает правильность выбранной концепции универсального армейского боевого вертолета – летающей боевой машины пехоты. Однако на этом совершенствование данного вертолета не заканчивается. Еще 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 затруднен 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 легкосъемные 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 вертолете Ми-28Н. Однако установка такой хвостовой балки потребует расчета на прочность, так как ее конструкция была изменена.

Список литературы

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

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

Анализ перспектив и проблем конструирования современных беспилотных летательных аппаратов

Шитяков К.Д.
МАИ, Москва
volga4-98@inbox.ru

В данной работе исследуются перспективы и проблемы конструирования беспилотных летательных аппаратов.

Беспилотные летательные аппараты (далее БЛА) начали свое развитие во второй половине 20 века. На тот момент они не могли выполнять сложные функции и, как правило, использовались в качестве мишеней, но с развитием компьютерной техники БЛА стали выполнять все более сложные задачи. В настоящие время благодаря искусственному интеллекту, БЛА могут выполнять боевые задачи практически без участия человека. Данный тип вооружения приобретает популярность, и это отлично видно по боевым действиям в Сирии.

БЛА используются как в гражданской сфере, так и в военной. За время использования данного рода летательных аппаратов. Они доказали свою эффективность, и с каждым годом все больше сил уходит на разработку и создания новых БЛА, которые, возможно в ближайшем будущем, смогут заменить боевые самолеты. На это есть причины, то есть преимущества перед боевыми самолетами:

• Производство и разработка боевого самолета – очень трудоемкая вещь. Это прекрасно видно на самолетах 5-го поколения.

• Отсутствие экипажа на борту БЛА. Это дает сразу два плюса: во-первых, нет надобности установки системы жизнеобеспечения, а во-вторых не нужен один из самых важных ресурсов – это пилот.

• Длительность боевого дежурства.

• Высокая скорость перехода в режим боеготовности.

Безусловно, есть и недостатки у БЛА:

• Для каждой задачи требуется создание разных БЛА (гибкость использования).

• Проблемы с управлением, возможны потери связи с БЛА.

• Надежность БЛА уступает современным самолетам.

Но, несмотря на такие критические минусы, продолжают работы над совершенствованием данных летательных аппаратов. В связи с этим идут работы над совершенствованием систем управления, рассматривают другие варианты топлива, пытаясь уменьшить габаритные характеристики БЛА, увеличить количество выполняемых задач, длительность и дальность боевых полетов. Пока БЛА не способны выполнять боевые задачи без помощи операторов, но уже доказано, что данной род летательных аппаратов способен нанести огромный ущерб противнику.

Индивидуальный эргономический подход к созданию средств теплозвуковой изоляции вертолётов

Шульга Г.М.
Научный руководитель — д.м.н. Чунтул А.В.
МАИ, Москва
gleb.shulga.2017@mail.ru

Потеря слуха у лиц летных профессий из-за шума является одной из проблем в авиации, поскольку это одно из профессиональных заболеваний летного состава. Как показали исследования, повреждение слуховых органов и дальнейшая потеря слуха у пилотов и бортмехаников вертолетной авиации наступают быстрее, чем у пилотов самолетов. Несмотря на то, что реальное полетное время в вертолетной авиации меньше, чем в самолетах.

Одним из вредных факторов полета является шум, оказывающий неблагоприятное воздействие на членов экипажей вертолетов. Основными источниками шума в кабинах являются:

- Силовая установка.
- Трансмиссия.
- Система кондиционирования воздуха.
- Аэродинамические шумы.
- Шумы, возникающие при прослушивании радиоэфира и речевом радиообмене.

Поэтому, формирование благоприятной акустической среды для летного состава, требующее внесения новых технических решений в конструкцию перспективных вертолетов, является актуальной задачей учета акустических характеристик разрабатываемых вертолетов.

Целью данной работы – разработка акустических свойств звукопоглощающей конструкции (ЗПК) и экспериментальная проверка её эффективности на основе опытных данных.

Задачи, решаемые в данной работе:

- Разработка состава и определение расчётных характеристик ЗПК и выбор оптимальных параметров для изготовления ЗПК в составе ТЗИ.
- Изготовление экспериментальных образцов ЗПК и их монтаж на опытном образце кабины вертолета.
- Проведение акустических испытаний экспериментальных образцов ЗПК, установленных на модели кабины вертолета и анализ полученных данных.
- Разработку предложений по акустическому оформлению кабины и салона перспективного вертолёта.

В результате проделанной работы была подтверждена высокая акустическая эффективность ТЗИ на основе многослойной оптимизированной по толщине ЗПК с резонансными элементами по величине звукоизоляции кабины вертолета от проникающего шума.

Список литературы

ГОСТ 27296-2012 Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций.

ГОСТ 20296-2014 Самолеты и вертолеты гражданской авиации. Допустимые уровни шума в салонах и кабинах экипажа и методы измерения шума.

ГОСТ 31299-2005 (ИСО 11957:1996) Шум машин. Определение звукоизоляции кабин. Испытания в лаборатории и на месте установки.

МУК 4.3.2231-07 Оценка акустической нагрузки в кабинах экипажей воздушных судов при составлении санитарно-гигиенической характеристики условий труда летного состава ГА. Методические указания.

СанПиН 2.5.1.2423-08 Гигиенические требования к условиям труда и отдыха летного состава гражданской авиации

Математическое моделирование движения связанных космических объектов на круговых и эллиптических орбитах

Бурдин Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Ручинский В.С.
МАИ, Москва
d4niilburdin@yandex.ru

Система дифференциальных уравнений движения связанных космических объектов приводится к автономной динамической системе, для исследования которой использован математический аппарат качественной теории динамических систем.

Показано, что в случае движения связки по круговым орбитам полученная динамическая система является консервативной, имеющей аналитический интеграл.

Проведены расчёты и построена качественная структура системы. Построение производится на развёртке фазового цилиндра, координатами которого являются угол, определяющий положение связки относительно орбитальной системы координат, и безразмерная угловая скорость вращения связки вокруг центра масс. Рассматриваемая динамическая система, в качестве особых траекторий, имеет четыре состояния равновесия (два «седла» и два состояния равновесия типа «центр») и четыре сепаратрисы, идущие из «седла» в соседнее «седло».

Центровым точкам соответствует стационарное движение системы при постоянной ориентации по местной вертикали. Седловым точкам соответствует движение связки при её горизонтальном расположении, но это движение является неустойчивым.

Все неособые (орбитно–устойчивые) фазовые траектории являются замкнутыми. Замкнутые траектории первого типа охватывают состояния равновесия типа «центр». Этим траекториям соответствует колебания связки относительно вертикального положения равновесия. Максимальная амплитуда этих колебаний, определяемая из условий нахождения системы на связи, составляет 65°55'. Замкнутые траектории второго типа охватывают сам фазовый цилиндр. Этим фазовым траекториям соответствует вращение связки вокруг центра масс с периодически изменяющейся угловой скоростью.

Разработаны алгоритмы, с помощью которых в процессе моделирования движения орбитальной тросовой системы (ОТС) определяются параметры абсолютного и относительного движения связанных объектов. В ходе движения системы рассчитываются значения параметра управления, относительной и абсолютной скоростей связанных объектов и угла ориентации вектора абсолютной скорости. По данным математического моделирования определяются значения эксцентриситета и фокального параметра, а также радиусы перигея и апогея орбиты, на которую перейдёт космический аппарат после расцепления ОТС.

По составленной программе было проведено моделирование движения ОТС с расчётом указанных выше параметров. Установлена зависимость параметров движения ОТС от характеристики орбиты центра масс ОТС и от величины угловой скорости вращения системы.

Результаты данной работы могут быть использованы для решения ряда практических задач: осуществление орбитальных переходов, транспортное и техническое обслуживание космических аппаратов, спуск с орбиты на Землю и др.

Список литературы

1. Иванов В.А., Ситарский Ю.С. Динамика полета системы гибко связанных космических объектов. М.: Машиностроение, 1986. 248 с.

2. Aslanov V. S., Ledkov A. S. Dynamics of the Tethered Satellite Systems. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2012 -331 p.

3. Белецкий В.В., Левин Е.М. Динамика космических тросовых систем. М.: Наука, 1990. 336с.

4. Иванов В.А., Купреев С.А., Ручинский В.С. Разработка и исследование математических моделей движения связанных космических объектов при испытании летательных аппаратов и спуске с орбиты на Землю: учебное пособие. -Хабаровск: ХГТУ, 2001. 72 с.

5. Иванов В.А., Купреев С.А., Ручинский В.С. Орбитальное функционирование связанных космических объектов. – М.: ИНФРА-М, 2014. 320 с.

6. Иванов В.А., Купреев С.А., Ручинский В.С. Космические тросовые системы: учебное пособие. М.: Альфа-М.: ИНФРА-М, 2014. 208 с.

Нечеткая логика в задачах управления летательным аппаратом

Васильев Д.В., Семёнов М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Верещиков Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
dmitry13.vasilev96@yandex.ru

Современные летательные аппараты (ЛА) с течением времени становятся только сложнее, возрастает перечень задач, которые они могут выполнять, и расширяется спектр факторов, воздействующих на них, в ходе выполнения целевых задач пилотирования. Для оценки различных характеристик современных ЛА широко применяется полунатурное моделирование различных полетных ситуаций с целью обеспечения достоверной оценки безопасности и успешного выполнения целевых задач пилотирования.

В целях упрощения, ускорения и удешевления процесса полунатурного моделирования, возможно исключение летчика из контура управления моделью. За счет его замены подсистемой внутри самой модели. Существуют следующие методы и приемы моделирования деятельности летчика:

- Квазилинейный подход.
- Искусственные нейронные сети.
- Нечёткая логика (НЛ).

Нечеткая логика как способ моделирования обеспечивает достоверную и достаточно точную имитацию действий летчика-оператора (ЛО) за счет применения алгоритмов обучения и оптимизации, основанных на базе статистических данных, полученных в полунатурных экспериментах на пилотажных стендах. Стоит отметить, что данные эксперименты могут охватывать множество целевых задач пилотирования, включая даже маловероятные в процессе летной эксплуатации. Также немаловажно сказать о том, что важную роль в процессе эксперимента играет пилотажный стенд, который должен иметь ряд элементов:

- Индикация и арматура кабины, используемые на имитируемых ЛА;
- Систему визуализации закабинной обстановки;
- Загрузочные механизмы и т.д.

Опыт применения НЛ на 72-й кафедре ВУНЦ ВВС «ВВА» позволил получить модель действий ЛО со сходимостью результатов при сравнении полунатурного моделирования с участием реального человека и имитационного моделирования более 95%.

Модель работы тормозных устройств самолета при пробеге

Вислогузов Е.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
maks.gudkov.97@bk.ru

Для осуществления торможения и сокращения длины пробега самолета при посадке применяются аэродинамические и фрикционные средства, уменьшающие скорость движения. К аэродинамическим средствам торможения относятся: тормозные щитки, тормозные парашюты, интерцепторы, реверс тяги, к фрикционным – тормоза, установленные, как правило, в основных опорах шасси. Пробег самолета можно разделить на два этапа: движение с поднятой передней опорой и на всех опорах. На первом этапе торможение осуществляется, главным образом, за счет аэродинамического сопротивления. На втором этапе – за счет тормозов колес [1].

В созданной модели тормозных устройств учитывается работа тормозных щитков и тормозов колес. Модель тормозных устройств учитывает силы, создаваемые ими в процессе пробега.

Работа тормозного щитка описывается в виде добавок к коэффициентам подъемной силы, лобового сопротивления и момента тангажа. Значения приращения данных коэффициентов при отклонении тормозного щитка взяты из банка аэродинамических характеристик самолета-прототипа. В модели данные коэффициенты реализованы в виде таблиц поиска с двумерными массивами данных, в которых входными сигналами являются текущий угол атаки и угол отклонения тормозного щитка, выходные сигналы – значения соответствующих аэродинамических коэффициентов.

Работа тормозов основных опор шасси заключается в увеличении силы трения колеса о поверхность взлетно-посадочной полосы. Сила, создаваемая тормозящими колесами, описывается выражением, учитывающим коэффициент сцепления шины с поверхностью ВПП, коэффициент трения фрикционной пары тормоза, площадь трения фрикционной пары тормоза, давление в тормозе колеса, средний радиус фрикционной пары тормоза, радиус качения колеса.

В модели производится расчет данной силы в отдельном блоке, который включается в тот момент, когда передняя опора шасси касается поверхности взлетно-посадочной полосы.

Модель тормозного парашюта, в рамках тормозного устройства самолета, создает силу, направленную в сторону, противоположную направлению движения самолета, что приводит к уменьшению скорости его движения. Сила, создаваемая парашютом, описывается выражением, учитывающим коэффициент лобового сопротивления парашюта и площадь купола парашюта. Сопротивление парашюта пропорционально квадрату скорости, поэтому выпуск тормозного парашюта целесообразно производить на большой скорости.

Список литературы

1. Левицкий С.В., Свиридов Н.А. Динамика полета. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. 527 с.

Математическое моделирование деградационного изменения гироскопических электродвигателей

Горбунов М.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, Москва
alfred.hammersmit@yandex.ru

Гироскопические приборы используют в авиации на самолётах, спутниках, на космических станциях и кораблях, в навигации на подводных и надводных судах, в маркшейдерии для горнорудной и нефтегазодобывающей промышленности, для решения горнопроходческих задач. Гироскопические приборы служат для управления и стабилизации автономных подвижных объектов для устройств, расположенных на них; для определения направления меридианов и вертикалей места, для измерения углов и угловых скоростей, для указания координат нахождения объекта.

Важнейшим элементов гироскопического прибора является гиродвигатель (ГД). Чем точнее гироприбор, тем в большей степени проявляется роль гиродвигателя как носителя кинетического момента и как источника вредных моментов и погрешностей.

Для привода гироскопов наибольшее распространение получили асинхронные электродвигатели с короткозамкнутой клеткой (АД) и синхронные гистерезисные двигатели (СГД). ГД существенно отличаются от электродвигателей общего применения из-за особенностей требований, предъявляемых к ним.

ГД конструктивно объединены с маховиком, его конструкция и размеры обусловлены особенностями гироприбора, для которого он предназначен.

Для обеспечения наибольшего кинетического момента и повышения степени его стабилизации маховая масса ГД размещается на максимальном расстоянии от оси вращения. В этих условиях целесообразна обращённая конструкция ГД с вращающимся наружным ротором.

Для увеличения кинетического момента двигатели выполняют высокоскоростными (до десятков тысяч об/мин).

На валу ГД нет полезной нагрузки. Их нагрузкой являются собственные механические потери трения вращающегося маховика о среду и потери на трение в подшипниках. При завершении рабочего цикла гироприбора и отключении его от сети останов ротора ГД в режиме выбега описывает дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний. По дискретно измеряемой экспериментальной функции останова ротора возможно определение всех параметров дифференциального уравнения с требуемой степенью точности и даже составляющих потерь на трение о среду и в подшипниках. При деградационном изменении подшипников изменяются момент трения, функция торможения ротора, изменяются параметры описывающего его дифференциального уравнения. На основе аппроксимации изменения параметров дифференциального уравнения по методу наименьших квадратов (МНК), установления закономерности их изменения, анализа их отклонения от номинальных значений в начальные периоды эксплуатации с учётом динамики их изменения и предельных значений, предложены методы оценки прогноза времени безопасной эксплуатации гироприборов и предупреждения момента аварийного отказа.

Влияние модели материала и технологических ограничений на результаты топологической оптимизации

Зимина А.А.
Научный руководитель — Кишов Е.А.
Самарский университет, Самара
zimina.anna2011@yandex.ru

Топологическая оптимизация является основой перспективного метода проектирования силовых конструкций [1, 2, 3]. Она позволяет автоматизировать процесс выбора силовой схемы детали под заданные случаи нагружения, физические (прочностные, жёсткостные и т. п.) и технологические ограничения. Результатом такой оптимизации является пространственное распределение материала в области проектирования, которое проектировщик изучает в системе инженерного анализа. Поскольку его задача состоит в разработке твердотельной модели детали, возникает проблема как можно более точного воспроизведения её формы в соответствии с результатами топологической оптимизации. Вместе с тем оценка «качества» этих результатов в смысле близости к глобальному оптимуму представляет собой отдельную задачу.

Для оценки эффективности результата топологической оптимизации исследовано влияние на него различных значений коэффициента пенализации SIMP-модели материала и двух видов технологических ограничений – штамповки и экструзии. В качестве объекта проектирования взят кронштейн навески элерона. В ходе работ выявлена связь между коэффициентом пенализации и эффективностью конструктивно-силовой схемы детали, которая количественно выражается в величине накопленной энергии деформации – целевой функции оптимизации топологии.

Проведена серия оптимизационных расчётов в двумерной постановке на два случая нагружения с ограничением на количество материала. Значение коэффициента пенализации «p» варьировалось от 1 до 3. Показано, что зависимость энергии деформации от коэффициента пенализации представляет собой монотонно возрастающую функцию. Наименьшим значением энергии деформации обладает конструкция, полученная при p = 1, наибольшим – при p = 3.

Наилучший вариант представляет собой два пояса и стенку, т.е. балочную силовую схему. Сравнив полученные значения целевой функции, удалось доказать очевидное преимущество в смысле жёсткости балочной силовой схемы перед ферменной в данной задаче. Балочная силовая схема со стенкой в итоге была принята для дальнейшей конструкторской проработки.

Для трёхмерной модели рассмотрено влияние технологических ограничений на целевую функцию модели. Для этого проведены три оптимизационных расчёта. Наименьшей энергией деформации обладает топологическая оптимизация с ограничением по штамповке с плоскостью разъёма штампа, совпадающей с плоскостью симметрии детали. Полученная силовая схема – балочная. Наибольшая же энергия характерна для топологической оптимизации с ограничением по экструзии по нормали к плоскости кронштейна. Для данного типа топологической оптимизации получена стержневая силовая схема.

Проведено количественное сравнение результатов оптимизации для двумерной и трехмерной моделей, имеющих одинаковые размеры проектной области, граничные условия и количество материала. Для трёхмерной модели с технологическим ограничением по экструзии и двухмерной модели с коэффициентом пенализации равным 2, 2.5 и 3 выявлена схожесть конструктивной силовой схемы. Балочная силовая схема одинакова же для трёхмерной модели без технологических ограничений и для ограничений по штамповке, а также для двумерной пластины с коэффициентом пенализации, равным 1 и 1.5.

Из вышесказанного следует сделать вывод о том, что результат топологической оптимизации всегда нужно подвергать критическому инженерному анализу на предмет того, а действительно ли он оптимальный. Также необходимо рационально подходить к формулировке задачи, задавая должным образом те или иные входные параметры алгоритма.

Таким образом, для авиационных конструкций, работающих преимущественно в плоском напряжённом состоянии (силовые шпангоуты, некоторые узлы навески и т. п.), необходимо при топологической оптимизации задавать коэффициент пенализации равным единице. Что касается технологических ограничений, необходимо применять ограничение по штамповке.

Список литературы

1. Bendsoe M.P., Sigmund O. Topology Optimization: Theory, Methods and Applications. Springer, 2003. 271 p.

2. Комаров В.А. Проектирование силовых аддитивных конструкций: теоретические основы // Онтология проектирования. 2017. Т. 7, № 2 (24). С. 191-206. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-2-191-206.

3. Кишов Е.А., Комаров В.А. Топологическая оптимизация силовых конструкций методом выпуклой линеаризации // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2018. Т. 17, № 1. С. 137-149. DOI: 10.18287/2541-7533-2018-17-1-137-149.

Распределение числа пересечений прямолинейной полосы траекторией процесса дискретного броуновского движения

Зубов С.А.
Научный руководитель — доцент, Соболь В.Р.
МАИ, Москва
zubslav@yandex.ru

В математических моделях систем, которые используются в различных областях, в том числе и в авиации, для описания разного рода воздействий, например воздействия окружающей среды, используют случайные процессы. Так как эти воздействия складываются из большого числа факторов, то для того, чтобы учесть все возможные воздействия, в математической модели используется нормальное распределение. В качестве примера можно рассматривать модель с дискретным процессом ценообразования, имеющего нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием и некоторой дисперсией. Для этой модели в работе приводится ряд формул, позволяющих определить распределение числа пересечений прямолинейной полосы траекторий процесса дискретного броуновского движения. Также, на основе полученных формул, был составлен алгоритм подсчета количества пересечений полосы на заданном шаге. Данные формулы, а также алгоритм имеют широкое применение в различных областях. В работе он был использован для подсчета потерь хеджера при использовании стратегии последовательного хеджирования. Кроме того, на основе полученных данных, был составлен алгоритм определения оптимальной ширины полосы нечувствительности. Определены формулы для подсчета вероятности последовательности состояний. Экспериментальная работа подтвердила корректность алгоритмов. Было проведено сопоставление результатов работы алгоритма с результатами моделирования по методу Монте-Карло. Были получены результаты численных вычислений и исследована связь между распределением количества пересечений полосы и потерями хеджера, определена оптимальная ширина полосы на практическом примере.

Гашение волновых движений жидкости в открытых вращающихся каналах

Игнатов С.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Гурченков А.А.
МАИ, Москва
st.ig@mail.ru

Рассматриваются волновые движения в непрерывно стратифицированной идеальной несжимаемой жидкости во вращающихся бассейнах простых геометрических очертаний. В предположении Буссинеска и при условии «твердой крышки» проведено исследование внутренних волн вращающейся стратифицированной жидкости. Рассмотрены вынужденные внутренние волны жидкости, индуцируемые периодическими колебаниями дна бассейна. Рассмотрена задача о гашении внутренних волн.

Для описания движения жидкости используется нестационарное уравнение Эйлера. Жидкость предполагается стратифицированной, т.е. ее плотность в невозмущенном состоянии зависит только от одного параметра – глубины. Стратификация предполагается устойчивой. Движение идеальной жидкости в полости вращающихся твердых тел без учета стратификации жидкости рассматривались в [1].

В результате исследования получено в линейном приближении решение задачи о свободных волнах во вращающемся слое стратифицированной идеальной жидкости постоянной глубины. Задача без учета стратификации жидкости была рассмотрена в работах [2,3]. Показано, что система дифференциальных уравнений, описывающая поведение жидкости, может быть сведена к дифференциальному уравнению второго порядка для вертикальной компоненты скорости с соответствующими граничными условиями. Удовлетворяя граничным условиям, получаем дисперсионное соотношение, которое в случае экспоненциальной стратификации жидкости определяет связь между волновыми числами m, n и частотой. Проведены исследования свободных внутренних волн с учетом предположения Буссинеска и условия «твердой крышки» на свободной поверхности. Вертикальная составляющая скорости при фиксированной частоте представлена в виде

суммы первых N мод. Отмечены отличия свободных внутренних волн от свободных поверхностных. Рассмотрены вынужденные внутренние волны, генерируемые периодическими колебаниями дна бассейна. В океанографическом приближении получено решение граничной задачи для вертикальной компоненты скорости идеальной стратифицированной жидкости. Впервые рассмотрена задача о гашении внутренних волн при условии наличия жесткой крышки сверху. Для управляющей функции поставлена оптимизационная задача, а именно – определить функцию так, чтобы энергия колебаний за конечный промежуток времени была минимальной. Задача решена численно. Результаты представлены на графиках.

Список литературы

1. Гурченков А.А. Устойчивость и управление динамическими с жидким наполнением. М.: Физматлит, 2017. 400 с.

2. Гурченков А.А., Григорян Н.В., Рахманов И.Ю. Волны Россби в открытых вращающихся каналах переменной глубины. // XLIII Гагаринские чтения 2017 - международная молодежная научная конференция. М.: МАИ, апрель 2017, с. 1030.

3. Гурченков А.А., Григорян Н.В., Рахманов И.Ю. Волновые движения жидкости в открытых вращающихся каналах постоянной глубины // XLIII Гагаринские чтения 2017 - международная молодежная научная конференция. М.: МАИ, апрель 2017, с. 1029.

Численное моделирование распыла жидкого топлива в форсунке ГТД

Казимарданов М.Г.
АО "ОДК-Авиадвигатель", Пермь
kazimardanov@gmail.com

Определение характеристик распыливания топлива для постановки граничных условий на основе экспериментальных данных затруднительно ввиду экстремальных термодинамических процессов, проходящих внутри камеры сгорания газотурбинного двигателя (ГТД). Следовательно, основным инструментом для предсказания поведения топлива внутри форсунки и за ней и для формирования граничных условий является численное моделирование.

Численное моделирование процесса, происходящего в камере сгорания авиационного газотурбинного двигателя, требует наличия верифицированных методик моделирования и рациональной постановки граничных условий для выполнения численных расчетов. Одно из этих граничных условий – распределение капель распыленного топлива, поступающего из форсунок в камеру сгорания, по скоростям и размерам.

Целью исследования является получение распределения распыленного топлива для постановки граничных условий для расчета горения в камере сгорания ГТД.

В работе представлены результаты моделирования процесса распыливания жидкого топлива в форсунке ГТД с помощью метода VOF [1]. Расчеты были выполнены в коммерческом ПО в нестационарной постановке. Для выполнения расчетов использовался вычислительный кластер АО «ОДК-Авиадвигатель».

Методика расчета была верифицирована на модельной задаче первичного распада струи жидкого керосина по опубликованным экспериментальным данным [2]. Выполнено исследование влияния размера расчетной сетки на результаты расчета.

Представлена постановка задачи распыла жидкого топлива форсункой камеры сгорания ГТД, приведены результаты расчета распыливания топлива на взлетном режиме работы ГТД. Определено распределение Розина – Раммлера для капель распыленного топлива для постановки его как граничного условия задачи процесса горения в камере сгорания.

Список литературы

1. ANSYS 17.2 Help. Документация по программному комплексу ANSYS 17.3.

2. J. Song, C.C. Cain, J.G. Lee. Liquid jets in subsonic air crossflow at elevated pressure. GT2014-26162. Proceedings of ASME Turbo Expo 2014.

Аспекты разработки подсистемы прогнозирования для системы управления безопасностью полетов (СУБП)

Ковтушенко Д.В.
ФГУП ГосНИИ ГА, Электросталь
kovtushdv@atminst.ru

Существует большое количество формализованных методов прогнозирования, таких, как методы авторегрессионного преобразования, скользящих средних, имитационного моделирования, а также

различных моделей, алгоритмов и их практических реализаций, например искусственные нейронные сети, цифровые фильтры и пр. Все методы обладают различными границами применимости для конкретных предметных областей. В аспекте безопасности полетов и, в частности, прогнозирования возможных катастроф при применении методов, хорошо показавших себя на практике в ряде других предметных областей, возникает ряд существенных проблем.

В первую очередь это связано с тем, что катастрофы – редкие с математической точки зрения события, и при их прогнозировании оказываются неприменимыми методы, успешно используемые, например, в анализе рынка ценных бумаг. В результате возникает необходимость в разработке специализированных методов, алгоритмов и моделей прогнозирования [2].

Необходимо определить, динамику каких именно характеристик в области авиационной деятельности во времени требуется прогнозировать и с какой минимальной точностью. Для применения метода прогнозирования необходима некоторая модель, представляющая текущее состояние объектов авиационной деятельности, а также события, переводящие модель в следующее состояние. Для создания такой модели необходимо выделить определенные категории объектов в сфере авиационной деятельности: объекты, представляющие текущее состояние отрасли, уже упомянутые объекты-события, объекты, представляющие причинно-следственные связи между событиями, а также дополнительные категории объектов, необходимые и достаточные для описания текущего состояния отрасли. При этом возникает одна из основных проблем разработки метода прогнозирования, применимого в сфере авиационной деятельности, – проблема проверки и корректировки метода для получения адекватных результатов прогнозирования. Суть проблемы заключается в том, что в простом случае для проверки достаточно было бы применить конкретную реализацию предлагаемого метода к модели, наполненной статистическими данными, накопленными, например, за позапрошлый год, и посмотреть, будут ли спрогнозированы ключевые показатели прошлого года.

Однако на практике статистические данные по авиационной деятельности представлены в разреженном (неполном) виде, причем их часть представлена в неэлектронном неструктурированном виде на естественном языке. Таким образом, для эффективной проверки конкретного метода необходимо проделать значительную работу по сбору, систематизации и оцифровке накопленных статистических данных. Однако для этого следует определить, какие категории данных требуются для надежного и эффективного прогнозирования.

В результате возникает итеративный процесс проверки и корректировки метода, но в данном случае итеративное преобразование огромных массивов данных в неэлектронном виде на естественном языке приводит к резкому росту затрат на корректировку проверяемого метода.

Следовательно, желательно иметь возможность определять все необходимые или, в крайнем случае, минимально необходимые категории данных, не имея окончательного метода прогнозирования. Для этих целей может служить некая метамодель, к которой применим проверяемый метод прогнозирования, не имеющая привязки к конкретной предметной области.

Метамодель, в отличие от основной модели, должна оперировать лишь абстрактными понятиями, такими, как объект, событие, категория данных, частота, характеристики потоков входных данных, состояние, режим и так далее.

В частности, такая метамодель должна позволять определять необходимое количество и структуру категорий данных в анализируемых объектах, минимальную частоту поступления новых данных о таких объектах, допустимую степень разреженности (неполноты) данных. Для объективной оценки характеристик проверяемого метода необходимо разработать математический критерий качества работы метода прогнозирования на конкретной модели объектов авиационной деятельности.

Таким образом, предложенная идея метамодели для корректирования метода прогнозирования в области авиационной деятельности позволит решить ряд практических задач. Во-первых, заранее проанализировать вычислительную и емкостную сложность метода прогнозирования и реализующего его алгоритма и выполнить его оптимизацию. Во-вторых, определить дополнительные категории статистических данных из области авиационной деятельности, которые необходимо структурировать и перевести в электронный вид для эффективного прогнозирования определенных характеристик объектов авиационной деятельности.

Список литературы

1. Doc.9859. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). 3-е изд. ИКАО, 2013.
2. В.В. Косьянчук, И.А. Селиванов. Применение линейных регрессионных моделей для прогнозирования динамики рисков при обеспечении безопасности полетов // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2018. №23. С. 110-120.

Математическое моделирование вертикального оперения и его расчет на прочность с помощью ANSYS Workbench

Лара А., Анджизиру К.А.
Научный руководитель — профессор, Герасимов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
alexandra.lara@mail.ru

Метод конечных элементов широко используется для решения задач механики деформируемого твёрдого тела. В данной работе будем пользоваться этим методом, чтобы определить деформацию и напряжение, которое воздействует на вертикального оперения самолета. Будут проведены анализы, модальные, структурные и гармонические.

Киль летательного аппарата – часть хвостового оперения самолёта, расположенная в вертикальной плоскости и предназначенная для обеспечения путевой устойчивости. К задней кромке киля на узлы навески крепится руль направления полёта, а к нижней крепятся узлы стыковки с фюзеляжем самолета.

Цель данной работы состоит в следующем: 1. Через различные симуляции проанализировать и определить максимальное значение напряжения структуры, а также ее местоположение и деформацию через разные частоты. 2. Сравнить полученные результаты в случаях, когда вертикальное оперение находится в своем естественном положении, и при отклонении на 12 градусов.

В ходе работы был проведен анализ двум конфигураций вертикального оперения, с изменением его материалов, скорости и угла поворота руля.

Представлено проектирование и моделирование вертикального оперения из разных материалов, подвергавшегося модальному, структурному и гармоническому анализу при разных режимах полёта. Предлагаемый профиль самолета NACA0012; используемые материалы были алюминиевый сплавами и углеродные волокна. Скорости для проведения анализа были: максимальная скорость самолета – 871 км /ч (число Маха 0,82); крейсерская скорость – 828 км /ч (число Маха 0,76)

Модель CAD была разработана с использованием программного обеспечения моделирования SIEMENS NX 11, а анализы проводились в ANSYS 18.2.

Естественная частота компонента анализируется частотой, при которой система вибрирует примерно на высоте 12000 м в определенный период времени и с определенной скоростью.

Любой объект имеет определённые частоты, характерные для его геометрии и состава, в котором происходит резонанс. Если применяемая вибрация имеет достаточную интенсивность, может произойти катастрофический сбой структуры. При структурном анализе определялись внутренние усилия, деформации и напряжения, действующие на вертикальное оперение. С помощью гармонического анализа можно определить вибрационные характеристики конструкции.

Заключение.

После получения результатов можно увидеть преимущества и недостатки каждого из двух материалов, используемых для руля, находящегося в нейтральном положении и с отклонением на 12 градусов.

В случае углепластиков при максимальной скорости 0,82 число Маха (в рабочем состоянии), увеличение нагрузок в 8 раз больше при изменении угла отклонения руля от 0 до 12 градусов.

При отклонении руль направления на 12 градусов для этого анализа с углепластиком можно показать, что после увеличения крейсерской скорости до максимальной все нагрузки увеличиваются в 1,7 раза. Эти условия даны, пока самолет находится на своей максимальной скорости (в рабочем состоянии).

Сравнивая углепластик и алюминиевый сплав, можно заметить, что алюминиевый сплавы испытывает большее количество деформаций и смещений.

Углепластик является более жизнеспособным и эффективным материалом благодаря его механическим свойствам.

В отношении гармонического анализа, все заряды и смещения изменяются синусоидально на одной и той же известной частоте (хотя и не обязательно по фазе).

Если эталонная температура установлена для каждого тела, и эта температура не совпадает с температурой окружающей среды, будет возникать термически индуцированная гармоническая нагрузка (из-за теплового напряжения, принимая коэффициент теплового расширения, отличный от нуля).

Список литературы

1. Гребеньков О.А., Гоголин В.П., Осокин А.И., Снигирев В.Ф., Шатаев В.Г. Конструкция самолётов: М.: КГТУ им. А.Н. Туполева, 1999. 320 с.
2. Гребеньков О.А., Матяж А.И., Конструирование агрегатов планера самолета: Учебное, пособие к курсовому проектированию; Казань: КГТУ им. А.Н.Туполева,1997.
3. Зимина Г.Т., Камышев П.С., Кретов А.С., Конструирование узлов и деталей самолетов: Учебное; Казань: КНИТУ КАИ,1988г.

Нелинейная динамика микромеханического резонатора при импульсном и периодическом лазерном термооптическом воздействии

Лукин А.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Скубов Д.Ю.
СПбПУ, Санкт-Петербург
lukinalexei@yandex.ru

Принцип лазерного термооптического воздействия на деформируемую среду находит все более широкое применение в задачах неразрушающего контроля оборудования и конструкций, определения физико-механических свойств материалов, изучения геометрических и физических параметров объектов и структур на нано- и микромасштабном уровне, в биомедицине, а также в индустрии нано- и микросистем. Так, в ряде работ представлены модели микромеханических актуаторов, использующих оптический метод сообщения упругому элементу температурных деформаций. Исследуются вопросы влияния лазерного излучения на деформации поверхности микромеханических зеркал. Одним из важных направлений разработок и исследований в указанной области является лазерная термооптическая генерация колебаний подвижных элементов микроэлектромеханических систем различного назначения (датчики, системы обработки сигналов). В литературе представлены результаты разработки волоконно-оптических сенсоров, работающих в авторезонансном режиме при оптическом возбуждении. Теоретически обоснован и экспериментально проверен метод лазерной термооптической частотной подстройки микромеханического резонатора и управления его нелинейной амплитудно-частотной характеристикой. Сообщается об успешных экспериментах по термооптическому возбуждению многомодового параметрического резонанса в графеновых мембранах; отмечено, что математическое моделирование данного процесса требует учета нелинейных упругих и диссипативных свойств системы.

Проблемы аналитического исследования связанных термоупругих колебаний рассматриваются в большом количестве монографий и статей. В ряде работ изучаются тепловые и механические процессы в балочных элементах конструкций при нестационарных температурных воздействиях. Настоящая работа посвящена построению и исследованию математических моделей динамики микромеханического балочного резонатора при импульсном и периодическом локализованном термооптическом воздействии. Рассматриваемая модель резонатора основана на лазерном термооптическом принципе генерации изгибных колебаний балочного подвижного элемента и электростатическом принципе съема выходного сигнала.

При не слишком высоких мощностях падающего света действие лазерного импульса на поверхность балки сводится к появлению теплового фронта, распространяющегося по её объему. Неравномерность и нестационарность поля температуры как по толщине, так и по длине балки в общем случае приводит к появлению изгибающего момента и осевого усилия.

Стационарное периодически изменяющееся температурное поле найдено путем решения уравнения теплопроводности для прямоугольной области в пренебрежении малым дилатационным членом, ответственным за термоупругое поглощение звука. Вычислены изменяющиеся во времени температурный момент и осевая сила, действующие на балку.

Нелинейная динамика резонатора при гармоническом тепловом воздействии исследована с помощью асимптотических методов нелинейной механики (метод многих масштабов, теория линейных операторов) с учетом связанности продольных и поперечных движений. Построены амплитудно-частотные характеристики системы в областях главного и вторичных резонансов.

При изучении случая импульсного воздействия решение получено численно – с помощью метода конечных элементов в геометрически нелинейной двусторонне связанной термоупругой постановке, а также путем конечно-разностной аппроксимации нелинейных интегро-дифференциальных уравнений с рассмотрением двух механических моделей: Бернулли-Эйлера и сдвиговой модели Тимошенко.

Исследование построенной математической модели резонатора позволило непосредственным образом связать динамические характеристики системы с её геометрическими и физико-

механическими свойствами, а также параметрами лазерного термооптического воздействия. В качестве направления дальнейших исследований нужно отметить вопрос о степени влияния термоупругой диссипации на резонансные свойства подвижного элемента, а также в целом задачу определения оптимальных параметров воздействия с точки зрения требуемых эксплуатационных характеристик прибора.

Алгоритмы улучшения пилотажных характеристик самолёта

Макаренко В.А., Акорчин А.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Верещиков Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
vovchicaaz@mail.ru

Пилотажные характеристики (ПХ) – это характеристики устойчивости и управляемости самолёта с точки зрения лётчика, выполняющего целевую задачу пилотирования.

Улучшение ПХ осуществляется путём применения средств автоматизации. К ним относятся демпферы, автоматы устойчивости, загрузочные механизмы, автоматы регулирования загрузки, нелинейные механизмы, автоматы регулирования передаточных чисел, автоматы регулирования управления и т.п.

Современные достижения в области теории управления и элементной базы позволяют создать цифровые высокоавтоматизированные системы управления. Такие системы подстраиваются под изменяющиеся свойства летательного аппарата и иные влияющие на процесс управления внешние факторы таким образом, чтобы поведение самолёта всегда оставалось благоприятным или близким к таковому. Это облегчает условия пилотирования для лётчика.

В высокоавтоматизированных системах управления реализуются интегральные астатические алгоритмы с блоком интегральных коррекций и алгоритмы, обеспечивающие траекторную устойчивость самолёта при нейтральных положениях командных рычагов управления.

Повышение качества управления достигается применением алгоритма продольной стабилизации. Суть этого алгоритма заключается в стабилизации угла тангажа, которая обеспечивается за счёт формирования сигнала автотриммирования. Наличие траекторной устойчивости самолёта приводит к тому, что потребность в механическом триммировании для снятия усилий с командных рычагов управления теряет смысл.

Список литературы

1. Верещиков Д.В., Николаев С.В. Системы управления летательных аппаратов: Учебник по дисциплине «Системы управления летательных аппаратов»: Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2017г.
2. https://cyberleninka/article/v/realizatsia-traektornogo-upravlenia-v-gorizontalnoy-ploskosti-s-adaptivnym-algoritmom-upravleniya-poperechnym-dvizheniem-samoleta

Модель движения тросовой системы с учетом весомости соединительного троса

Пилипенко А.А.
Научный руководитель — Лапир М.А.
МАИ, Москва
pilipenkon2000@gmail.com

Математическая модель движения связки, учитывающая механические свойства соединительного троса, состоит из дифференциальных уравнений движения первого и второго объектов связки, с учётом изменения масс объектов за счёт втягивания или выпуска троса и уравнения движения соединительного троса.

Модель представляет собой достаточно сложную систему нелинейных дифференциальных уравнений в обыкновенных и частных производных. Силы натяжения соединительного троса на его концах, входящие в уравнения движения объектов связки, выступают в качестве краевых условий для уравнений, описывающих динамику троса. Поэтому определение движения ТС с учётом механических свойств троса сводится к совместному решению задачи Коши для уравнений, описывающих движение объектов связки, и краевой задачи по нахождению конфигурации и сил натяжения троса. Это решение в каждый момент времени позволяет найти параметры движения объектов связки, форму соединительного троса и распределение сил натяжения вдоль движущегося троса. Процесс определения характеристик движущегося троса основывается на последовательных приближениях с использованием известных методов решения краевых задач. При этом итерационная процедура распространяется и на решение уравнений движения объектов связки. Уравнения можно

заменить на систему большого числа обыкновенных дифференциальных уравнений для какой-либо конечномерной модели троса.

В конечномерной модели трос можно представить большим числом материальных точек, соединенных последовательно невесомыми нитями, или цепочек шарнирно соединенных стерженьков, или любыми другими подходящими элементами.

Основную трудность для исследования представляет анализ уравнений в частных производных. В работе уравнение движение троса разделяется на дифференциальные уравнения движения ТС в виде «твердой гантели» и уравнения, описывающие изгиб троса относительно «твердой гантели». Такой подход дает возможность исследовать влияние весовых характеристик троса на движение ТС.

Проведённый анализ уравнений движения ТС при длинах троса, на два порядка меньших расстояния до центра притяжения, дает основание при дальнейших исследованиях полагать, что движение ЦМ связки происходит по кеплеровой орбите. Положение ЦМ относительно объектов ТС определяется выражениями, учитывающими массу объектов и однородного троса. Масса троса и соотношение масс объектов связки не влияют на движение ТС относительно ЦМ, если относительная дальность между объектами связки постоянна, либо для управления относительной дальностью используются такие законы регулирования относительной дальности (а к ним относятся рассматриваемые в работе экспоненциальный и модифицированный экспоненциальный законы управления относительной дальностью), подстановка которых в уравнение относительного движения ТС вокруг ЦМ исключает зависимость параметров углового движения от относительной дальности. В противном случае необходимо учитывать динамику весомого троса, так как с изменением длины троса появляются непропорциональные расстоянию от ЦМ поперечные силы, обеспечивающие изгиб троса, и поперечные колебания, которые в большинстве случаев практического использования ТС необходимо демпфировать. С увеличением относительной дальности и отношения массы троса к массам объектов связки действие этих поперечных сил увеличивается. Изгиб троса становится больше при силе натяжения троса, близкой к нулю.

Таким образом, динамика весомого троса и соотношение масс объектов ТС не влияют на результаты исследований, приведённые в работе для экспоненциального и модифицированного экспоненциального законов управления относительной дальностью, за исключением определения областей схода системы со связи, которые несколько увеличиваются из-за реактивных сил, обусловленных динамикой весомого троса.

Динамику весомого троса следует учитывать при точном определении областей схода системы со связи и модуля силы натяжения троса. Это можно сделать на основе приведённого уравнения продольного относительного движения ТС с учётом реактивных сил и применяя множители, зависящие от соотношения масс, которые в расчётах необходимо постоянно уточнять, так как изменяется соотношение масс элементов ТС при изменении относительной дальности. Общая масса связки остаётся постоянной.

Выбор моделей турбулентности для инженерного анализа рабочего процесса в лопаточных венцах турбин низкого давления ТРДД при низких числах Рейнольдса

Ремизов И.А., Соловьев М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Вятков В.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
vanya140993@mail.ru

Одним из факторов, которые влияют на эффективность работы двигателя, являются потери в лопаточных венцах и других элементах проточной части. Именно точность их определения на этапах проектирования обеспечит получение требуемых характеристик турбин и двигателя. Для турбин низкого давления современных двухконтурных двигателей существует проблема влияния числа Рейнольдса на характеристики лопаточных венцов. Современный процесс проектирования турбины невозможен без численного моделирования течения в пакетах прикладных программ. Методики численного моделирования рабочего процесса в турбинах нуждаются в верификации.

Для работы лопаточных венцов турбины при низких числах Рейнольдса на сегодняшний день не существует практических рекомендаций по численному моделированию. Исходя из анализа публикаций по численному моделированию рабочего процесса в турбине более подходящим является программный пакет ANSYS CFX, в основе действия которого лежит метод конечных объемов. С целью формирования практических рекомендаций по численному моделированию течения в лопаточном венце турбины при низких числах Рейнольдса было проведено исследование обтекания профиля рабочего колеса ТНД с использованием различного уровня дискретизации сетки и

различных моделей турбулентности. Результаты моделирования сравнивались с экспериментом (величина потерь в венце и распределение скорости по обводу профиля). Исследовалось обтекание в диапазоне чисел Ренольдса Re2th 80000-500000 при масштабе турбулентности 20 мм. и интенсивности турбулентности – 3%.

Исследовались наиболее используемые в практике расчетов турбин модели турбулентности: SA, SST, k-ε, k-ω, BSL. Также варьировалось значения параметра «High Lift» (0,5 – 0,9). Применение параметра «High Lift» позволяет получать более точные аэродинамические характеристики турбинных профилей в условиях RANS-постановки задачи.

Исследования показали, что при Re = 90 000 характер обтекания лопатки качественно совпадает с экспериментом только при использовании подробных расчетных сеток размерностью 20 млн. узлов на модели турбулентности SST со значением параметра High Lift = 0.5. Результаты расчетов на стандартной SST модели турбулентности, а также при использовании k-ε, k-ω, BSL моделей турбулентности существенно отличаются от экспериментальных значений при любой размерности сеточной модели. При Re = 90 000 расчет по моделям k-ε, k-ω, BSL не предсказывает отрывы потока в области спинки лопатки.

Таким образом, численное моделирование и оптимизацию течения в межлопаточных каналах турбин в условиях низких чисел Рейнольдса (при Re ≤ 200 000) целесообразно проводить на модели турбулентности SST со значением параметра HighLift = 0.5.

О прогнозировании динамики рисков при обеспечении безопасности полетов

Селиванов И.А.
ФГУП ГосНИИ ГА, Москва
Shertors@gmail.com

В настоящее время обеспечение безопасности полётов является одной из важнейших задач авиационной деятельности. В документах ИКАО указывается, что для решения данной задачи необходимо, чтобы все государства разрабатывали и внедряли системы управления безопасностью полётов (СУБП). СУБП должна выявлять угрозы безопасности, обеспечивать принятие обоснованных управленческих решений, необходимых для снижения рисков, и выполнять непрерывный мониторинг и регулярную оценку достигнутого уровня безопасности полётов. В связи с этим, на основании постановления Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. № 1215, возникает задача разработки единого подхода к анализу данных по факторам опасности и риска для прогнозирования уровня безопасности полётов.

Прогнозирование уровня безопасности полётов требует оценки уровня безопасности. Применение вероятностного анализа безопасности в СУБП невозможно, поскольку недостатки данного подхода делают его попросту неприменимым – катастрофы являются редкими событиями, что приводит тому, что оперировать приходится практическими нулевыми величинами. Альтернативным вариантом служит риск – ориентированный подход, позволяющий оценивать риск произошедших событий.

В связи с этим, на основании анализа имеющихся данных о рисковых событиях с применением риск ориентированного подхода, были получены значения рисков для каждого из данных событий. Полученный временной ряд был назван динамикой рисков.

Поскольку точно определить, а следовательно, и спрогнозировать все факторы, влияющие на динамику рисков, не представляется возможным, решение задачи прогнозирования динамики рисков требует исследования свойств полученного временного ряда за предыдущие годы, а также исследования применимости тех или иных методов прогнозирования временных рядов для прогнозирования динамики рисков.

Полученные на данный момент результаты исследования свидетельствуют о некоторых характерных свойствах динамики рисков: динамика рисков имеет характерный возрастающий тренд, при этом явной сезонности не наблюдается. В свою очередь, применение некоторых относительно простых методов прогнозирования показало необходимость дальнейших исследований в данном направлении. Применение линейных регрессионных методов позволило добиться средней абсолютной процентной ошибки при тестовом прогнозировании в 11%. Использование нелинейных регрессионных методов с

преобразованием Бокса-Кокса улучшило точность (среднюю абсолютную процентную ошибку) до 3.6%, сузив доверительные интервалы прогноза, сведя автокорреляцию остатков к минимуму, а их распределение к практически нормальному. Тестовое прогнозирование осуществлялось на прогнозный горизонт величиной 20% от обучающего объема выборки.

В настоящее время ведётся исследование более сложных методов прогнозирования и построение моделей прогноза на их основе.

Список литературы

1. Doc 7300. Конвенция о международной гражданской авиации. 9-е изд. / ИКАО. М.: Авиаиздат, 2006. 51 с.
2. Приложение 19. Управление безопасностью полетов. // Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. 1-е изд. / ИКАО, 2013, июль.
3. Шапкин В.С., Демин С.С., Никитин А.В., Демин Д.С., Ковтушенко Д.В. К вопросу о применении рискоориентированного подхода в задаче обеспечения безопасности полетов // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2017. №16. С. 61-71.
4. И.А. Селиванов, Д.В. Ковтушенко, А.В. Никитин, В.В. Косьянчук. Прогнозирование динамики рисков при обеспечении безопасности полетов // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2018. №23. С. 84-96.

Способ оценки характеристик боковой управляемости самолета

Уруджев А.М., Полежаев А.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
ali.popov.94@bk.ru

Боковая управляемость характеризуется связями между управляющими воздействиями летчика в боковом движении и ответными реакциями самолета. Оценка характеристик боковой управляемости необходима для того, чтобы определить на какие величины необходимо отклонить органы управления для изменения положения ЛА в пространстве.

В представляемой работе определение характеристик боковой управляемости самолета осуществлялось путем имитационного моделирования. Для определения характеристик боковой управляемости был разработан программно-моделирующий комплекс, позволяющий проводить оценку характеристик боковой управляемости самолета.

В целях проведения имитационного моделирования была разработана Simulink-модель динамики пространственного движения самолета, в которой аэродинамические, массовые, инерционные и геометрические характеристики модели соответствуют современному учебно-боевому самолету Як-130. Атмосферные условия стандартные, без возмущений.

Разработанная Simulink-модель включает:

- Блок исходных данных.
- Блок расчета параметров стандартной атмосферы.
- Блок пространственного движения самолета.
- Блок силовой установки.
- Блок расчета аэродинамических сил и моментов.
- Блок реального времени;
- Блок управления самолетом.
- Блок визуализации.

Имитационное моделирование выполнялось на цифровом вычислителе (персональном компьютере). При исследовании, вводились допущения, что переходные процессы работы двигателя, скорость отклонения рулевых поверхностей, упругие деформации элементов самолета не оказывают существенного влияния на определяемые параметры. Это позволило исследовать характеристики боковой управляемости в относительно короткие сроки. По результатам моделирования, на основе полученных данных, строятся балансировочные диаграммы углов отклонения рулей направления и элеронов в зависимости от угла скольжения для разных высот полета самолета. Используя данный способ оценки характеристик боковой управляемости, можно значительно сократить временные, трудовые и финансовые затраты при испытаниях самолета.

Математическая модель колебаний цельноповоротного стабилизатора в сверхзвуковом потоке

Целищев К.Н.
Войсковая часть 26302, Москва
zkn1994@yandex.ru

Флаттер – сочетание самовозбуждающихся незатухающих изгибающих и крутящих автоколебаний. Возникает данное явление при достижении критических скоростей, присущих тем или иным характеристикам летательных аппаратов. Возникающий при этом резонанс может привести к последующему разрушению.

Цельноповоротный стабилизатор – полностью отклоняемая поверхность горизонтального оперения летательного аппарата.

Применяется данное решение на сверхзвуковых летательных аппаратах вместо обычных рулей высоты. Данный вид стабилизатора используется в конструкции как отечественных

(Су-27, Як-130), так и зарубежных (F-16) самолётов.

Толчком к созданию цельноповоротного стабилизатора послужило огромное количество катастроф, связанных с крушением самолетов на сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростях. Наиболее ярким примером был случай с построенным построенный в 1942 году самолетом БИ-1 с жидкостным ракетным двигателем. Предполагалась эксплуатация данного самолета на скоростях до 1000 км/ч. Однако в 1943 году при полете на скорости свыше 800 км/ч самолет вошел в пикирование, после чего разбился.

После изучения данного явления в аэродинамической трубе (Т-106 ЦАГИ) оказалось, что на дозвуковых скоростях отклонение руля высоты приводило к изменению давления на всей поверхности горизонтального оперения, однако при достижении сверхзуковой скорости отклонение руля высоты приводило к изменению давления только на поверхности руля.

Флаттер достаточно исследован в настоящее время на дозвуковых скоростях полета летательных аппаратов. В представленной работе выполнен расчет флаттера в сверхзвуковом диапазоне. Так же помимо флаттера рассматривается дивергенция (статическая устойчивость), представлены их границы (критические показатели скоростей) и способы их увеличения.

Список литературы

Dr. Wernher von Braun explains: Why Rockets Have Fins. // Popular Science. — September 1964. — Vol. 185 — No. 3 — P. 68-69, 184-185. (д-р Вернер фон Браун об оперении ракет)

В. Г. Микеладзе, В. М. Титов. Основные геометрические и аэродинамические характеристики самолётов и ракет., Москва. Машиностроение. 1990.

Гришанина Т. В., Шклярчук Ф.Н. Колебания упругих систем, Учебное пособие. — М.: Изд-во МАИ, 2013. — 100 с.: ил.

Гришанина Т. В. Управление нестационарными колебаниями, конечными передвижениями, деформированной формой и динамическими характеристиками упругих конструкций: Дис. д-ра физ.-мат. наук: 01.02.04: М., 2004 306 с. РГБ ОД, 71:05-1/215.

Долгов, О.С. Моментно-инерционный фактор в формировании облика самолета: диссертация доктора технических наук: 05.07.02 / Долгов О.С.; [Место защиты: Моск. авиац. ин-т].- Москва, 2011.- 346 с.: ил. РГБ ОД, 71 13-5/8.

Мусолин Н.В. Влияние атмосферных возмущений на динамику полета воздушного судна Автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.т.н.: Спец. 05.22.14.

Иванов С.Е. Исследование динамики источника электрической энергии из потока жидкости преобразователя возвратно-вращательного движения: магистерская диссертация / С.Е. Иванов Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ), Отделение материаловедения (ОМ); науч. рук. А. Н. Гаврилин. Томск, 2018.

https://ru.wikipedia.org/wiki?%20curid=4083805

Влияние вибраций на толщину пограничных слоев при обтекании пластины

Шувалов Р.С.
Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Пунтус А.А.
МАИ, Москва
ruslan-shuvalov2012@yandex.ru

В данной работе проводится обобщение результатов математического моделирования конвективного тепломассопереноса и анализа влияния вибраций на пограничные слои при обтекании пластины вязкой несжимаемой жидкостью в условиях невесомости. Анализ влияния вибраций проводится на основе сравнения полей скоростей и температуры для случаев как с вибрационным воздействием, так и без вибраций, а также при нагревании пластины, так и при отсутствии её нагрева. Данная задача актуальна и в настоящее время, хотя первые аналитические расчёты с помощью теоремы о вычетах задачи об обтекании пластины вязкой несжимаемой жидкостью постоянной плотности были получены более ста лет назад немецким физиком, учёным в области гидромеханики П. Блазиусом, одним из первых учеников выдающегося немецкого учёного Л. Прандтля, одного из основателей аэродинамики, создателя школы по прикладной гидромеханики и теории пограничного слоя. П. Блазиус проводил исследования стационарных потоков, обтекающих неподвижные тела жидкостью постоянной плотности. Для получения соответствующих результатов рассматриваются случаи обтекания пластины вязкой несжимаемой жидкостью при различных числах Рейнольдса как при наличии вибраций, так и без вибраций и, кроме того, при нагревании исследуемой пластины и без нагревания. Все соответствующие расчёты проводятся с помощью гидродинамической программы ANSYS FLUENT на динамической прямоугольной сетке. Результатом работы является также анализ влияния вибраций на толщину пограничного слоя при обтекании плоской пластины. Полученные результаты численного расчёта исследуемой задачи сравниваются с аналитическими результатами расчётов П. Блаузиуса.

Численное решение нелинейной краевой задачи для системы обыкновенных дифференциальных уравнений методом ортогональной прогонки С.К. Годунова

Яцкий М.А.
Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Кузнецов Е.Б.
МАИ, Москва
m.yatzky@yandex.ru

Рассмотрены методы решения краевой задачи, сложность которой заключается в том, что граничные условия и система обыкновенных дифференциальных уравнений нелинейны. Сейчас существует множество методов и способов решения подобных проблем.

Одним из способов является одновременное представление и решение задачи в виде как начального, так и операторного уравнения в заданном пространстве, что порождает существование различных методов решения операторного уравнения, в том числе методов приближенного решения операторных уравнений.

Рассмотрен метод переноса граничных условий, при котором интегрирование производится из произвольной внутренней точки интервала в его граничные значения. В результате получены формулы для левого и правого граничных условий. Другими словами, мы получаем два матричных уравнения граничных условий, рассматриваемых в некоторой точке x. Можно также написать дополнительные уравнения граничных условий на правой и левой границах.

Этот метод использует идею Годунова, чтобы найти решение в виде половины требуемых констант. В этом случае формулы записываются в матричном виде, из которого находятся искомые константы.

Предложен алгоритм решения нелинейной краевой задачи для системы ОДУ с помощью численных методов, применяется метод продолжения по наилучшему параметру [1]., атакже метод ортогональной прогонки Годунова [2].

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19 08 00718.

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, с. 224.

2. Годунов С. К. О численном решении краевых задач для систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений, УМН, 1961, том 16, выпуск 3(99) с. 175-179.

Сравнительный анализ цифрового и аналогового способов управления инверторами

Баканенко А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.
МАИ, Москва
nbakanenko@yandex.ru

Как показал анализ литературы, на современном этапе для обеспечения качества напряжения полупроводниковых преобразователей систем электроснабжения ЛА необходимо регулирование параметров выходного напряжения преобразователя выполнить в цифровой форме. Применение традиционных видов широтно-импульсной модуляции, для формирования последовательности прямоугольных импульсов постоянной амплитуды и частоты, длительность которых зависит от уровня выходного сигнала, на выходе силовой части инвертора становится нецелесообразным. В связи с чем требуется выбрать цифровые способы ШИМ наиболее близкое к существующим. Существует ряд видов широтно-импульсной модуляции: широтно- импульсное регулирование (ШИР), широтно-импульсная модуляция по синусоидальному закону (ШИМ – СИН), режимы кодового широтно-импульсного регулирования (ШИР – КД) и др. Самой распространенной из них является ШИМ – СИН.

По сравнению с аналоговыми и аналогово- цифровыми схемами цифровые схемы имеют ряд преимуществ: возможность реализации алгоритма управления любой сложности; возможность учёта большего количества параметров (уровень выходного и входного напряжений, уровень ограничения тока, величина пульсации и др.); возможность корректировки алгоритма управления с учётом нестандартных процессов; лучшая помехоустойчивость; возможность взаимодействия разных систем управления; возможность отображения текущего состояния устройства встроенного контроля; возможность изменения алгоритма управления в связи с появлением новых задач управления, регулирования и защиты без изменения схемотехники.

Именно поэтому традиционные методы широтно- импульсной модуляции становятся всё менее распространенными. Для того чтобы выбрать подходящий режим ШИМ для цифрового управления, нужно сравнить, насколько цифровое управление отличается от аналогового в спектральном составе, и выбрать наиболее подходящий. В данной работе приведено сравнение режимов ШИМ – СИН и режимами ШИМ – СТ. Предложена формула для определения углов включения и угла выключения, был проведён спектральный анализ, выполнен сравнительный анализ соответствующих спектральных составов при различных параметрах сравнивания напряжений. В ходе работы было выяснено, что более рациональным для использования является режим ЩИМ – СТ1.

Задача применения современных средств маркировки изделий на отечественных авиационных предприятиях

Давыдов П.К., Герасимов М.Ю.
МВЗ им. М.Л. Миля, Москва
haf0@yandex.ru

На серийных опытных производствах вертолётостроения маркировка производится с помощью бумаги, плоттера и краски, бирки, электрокарандаша.

Возникаютследующие проблемы:

– легко подделываемая маркировка;
– трудоёмкое нанесение;
– высокий процент информационных ошибок;
– негативное влияние человеческого фактора;
– значительное время управления процессами;
– документация не актуализируется;
– большая часть документации не переведена на языки эксплуатантов;
– нельзя считывать в автоматическом режиме.

Опыт компании «Боинг» типового цикла управления производственной деятельностью показывает, что на подготовительные операции тратится 20–30 процентов времени от длительности производственной деятельности. Документирование занимает 10 процентов от длительности производственной деятельности.

Самая важная проблема заключается в риске для жизни пилотов и пассажиров из-за, что продукцию легко подделывать. Например, катастрофа вертолёта Ми-8Т 19.07.2011 из-за неутвержденного АГБ-3К.

Ми-8МТВ-1 02.11.2007 Республика Либерия – катастрофа вертолета по причине разрушения в полете лопасти рулевого винта с неявным жизненным циклом. Заводские номера на лопастях РВ перебиты, подлинность паспорта вызывает сомнения.

Ан-140 Азербайджан 23.12.2005. Контрафактность левого АГК-77-15, а также «омоложение» года выпуска блоков контроля крена БКК-18 и сигнализатора нарушения питания СНП-1 на 20 и 6 лет соответственно напрямую повлияли на катастрофический исход полета.

Количество выявленных неаутентичных и сомнительных компонентов воздушного судна типа Ми-8 в 2011 г – 900, 2012 г – 426, 2013 г – 579, 2014 г – 451, 2015 г – 193.

На рынке представлены следующие современные решения маркировки:

1. QR code и штрихкоды.
2. RFID чипы (радиочастотный метод).
3. Люминесцентные.
4. Микромаркеры.
5. Акустоэлектронные.

Такие маркировки наносятся следующими способами: ударным; каплеструйным; лазерным; термотрансферным; этикированием.

Цели и задачи новой комбинированной маркировки:

1. Улучшение логистики.
2. Автоматическое нанесение.
3. Автоматическое считывание.
4. Для повышения качества услуг ППО критично важно создать современную документацию, а также обеспечить доступ к технической поддержке.

QR-код, в отличие от штрих кода, переносит больше информации, читается при повороте на произвольный угол, зеркальном отражении, выворотке. До 30 процентов информации отдаётся на избыточность, что позволяет расшифровать маркировки при частичном повреждении или в плохих условиях. Недостаток – необходим непосредственный контакт со считывающим устройством.

RFID-чипы имеют следующие преимущества: возможность перезаписи, нет необходимости в прямой видимости, считывание при любом расположении, высокая степень безопасности, большой объём хранения данных.

Для современного авиастроения целесообразно рассматривать комбинированный метод маркировки, а именно RFID чипирование и нанесение QR-кодов. Так, на агрегаты, комплектующие и ответственные узлы следует приклеивать чипы. Детали, которым применение чипа не подходит из-за условий эксплуатации, надо маркировать QR-кодом с помощью лазерной гравировки. Таким способом обеспечивается автоматическое нанесение и считывание маркировки, перенос защищённой информации.

Концепция применения маркировки заключается в следующем: маркировка содержит уникальный комбинацию символов, расшифровка символов содержится удалённо в единой базе данных. В базе к каждому уникальному номеру соответствует полная история изделия. Таким образом, даже если злоумышленник копирует маркировку, эксплуатант сможет обнаружить контра-факт на этапе проверки соответствия с базой данных.

Применение комбинированной современной маркировки позволит производителю ВС:

–уменьшить 5-20 процентов трудоёмкость на складских операции приёмки материальных ресурсов;

–уменьшить на 5-15 процентов трудоёмкость монтаж самолётных систем, проверка их соответствия контрольным параметрам конструкторской документации с оформлением соответствующей сопроводительной документации;

–уменьшить на 5-25 процентов трудоемкость оформления результатов наземных и лётных испытаний ВС для предъявления контрольным органам;

Применение комбинированной современной маркировки позволит эксплуатанту ВС:

–уменьшить на 5-10 процентов трудоёмкость входного контроля компонентов при замене в эксплуатации ВС.

–уменьшить на 5-15 процентов трудоёмкость при учёте объёма работ по оперативным формами ТО.

Источники повышения эффективности процесса при использовании средств идентификации продукции:

-исключение поставок некачественной продукции за счёт прослеживания цепочек поставок;

-исключение ошибок при формировании/изменении конфигурации бортового оборудования;

-исключение ошибок и сокращение времени при подготовке сопроводительной документации.

Вывод: применение комбинированной современной маркировки защищает эксплуатанта от подделок, повышает безопасность пассажиру, улучшает логистику, дает экономическую выгоду, удобно производителю и потребителю.

К вопросу о совершенствовании процесса послепродажного обслуживания авиационной техники

Зрячев С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ларин С.Н.
УлГУ, Ульяновск
bazuzu73@outlook.com

Эксплуатация и обслуживание авиационной техники (АТ) является постоянно развивающимся сложным комплексом бизнес-отношений большого количества участников [1].

Для повышения экономической эффективности обслуживания и эксплуатации АТ предлагаются модели послепродажного обслуживания и взаимодействия организаций, участвующих в процессах.

Создаются логические модели, благодаря которым можно подобрать процент работ ТОиР, передаваемых специализированным центрам [2]. Совершенствуется процесс создания расписания обслуживания АТ для минимизации времени простоя воздушного судна при ожидании выполнения технических работ [3].

Развиваются «онлайн»-решения послепродажного обслуживания. Такие компании, как Lufthanza technik [4] и SWISS aviation software [5], предлагают программные продукты для автоматизации процессов ТОиР.

Объединяющим фактором моделей, алгоритмов, программного обеспечения послепродажного обслуживания является широкое использование статистических данных.

Предлагается математическая модель послепродажного обслуживания, также основанная на статистических операционных данных авиакомпаний и данных по производственной загрузке заводов-изготовителей.

Математическая модель состоит из моделей предприятий, участвующих в процессе послепродажного обслуживания и их взаимодействия.

Рассмотрим составляющие модели.

1. Модель предприятия-изготовителя. Отражает текущие мощности предприятия для созданий необходимых деталей АТ, а также площадей для проведения ремонтных работ. На основе получаемой информации составляется прогноз возможности выпуска необходимого количества запасных частей, материалов и инструментов (ЗИП).
2. Модель авиакомпании. Отражает эксплуатацию АТ-часы налета, летные циклы, обслуживание и местоположение воздушного судна (ВС). На основе получаемых данных прогнозируется время и место проведения работ по ТОиР АТ.
3. Модель компании, специализирующейся на ТОиР АТ. Отражает возможности по проведению обслуживания и загруженности предприятия. На основе получаемой информации составляется прогноз загруженности площадей, а также необходимого количества рабочих и инструментов.

В конечном итоге такой формат взаимодействия моделей, а значит, и самих предприятий, обменивающихся информаций, повышает эффективность их деятельности. У предприятия изготовителя появляется возможность прогнозировать спрос на ЗИП, что позволяет избежать дефицита, а также прогнозировать загрузку производственных мощностей. Для авиакомпаний появляется возможность точно рассчитать время и место проведения ремонтных работ, что позволяет внести корректировки в план эксплуатации ВС и минимизировать его простой. Компании, специализирующиеся на проведении ТОиР на основе анализа, получают возможность создания планов работ, учитывающих желания всех компаний-заказчиков.

Список литературы

1. James Elliott Commercial aviation aftermarker heats up // Aircraft maintenance technology. - 2018.
2. Hamad Al-kaabi, Andrew Potter, Mohamed Naim An outsourcing decision model for airlines' MROactivities // Journal of Quality in Maintenance Engineering. 2007. №13.
3. Remzi Saltoğlu, Nazmia Humaira, Gökhan İnalhan Commercial aviation aftermarker heats up // Advances in Operations Research. - 2016.
4. AMOS URL: https://www.swiss-as.com/amos-mro (дата обращения: 29.01.2019).
5. Tools & Equipment Lufthansa Technik One Year After Introduction – AVIATAR on Track // AVIATIONPROS URL: https://www.aviationpros.com/press_release/12407365/one-year-after-introduction-aviatar-on-track (дата обращения: 29.01.2019).

Концепция информационной системы планирования и управления процессами оснащения и подготовки к вылету группировки летательных аппаратов

Мигушин Ю.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Падалко С.Н.
МАИ, Москва
imigushin@gmail.com

Оснащение и подготовка к вылету летательных аппаратов требует осуществления планирования и управления этими сложными процессами из-за их сложности. Таким образом, при оснащении и подготовке к вылету группы летательных аппаратов необходимо решение задачи планирования и управления соответствующими процессами. Решение этой задачи предполагает формирование и описание концепции информационной системы (ИС), включающей аппаратное, программное и математическое обеспечение, задействующее математическую модель на основе комбинаторных методов для расчета графиков обслуживания летательных аппаратов для осуществления эффективного планирования и управления процессами оснащения и подготовки.

Целью ИС является осуществление планирования и управления процессами подготовки и оснащения. Второстепенной целью ИС является оптимизация процессов подготовки и оснащения в целях минимизации ресурсов, в том числе временных затрат.

Общая схема информационной системы может быть представлена в нотации IDEF следующим образом. Получая на вход задание, система осуществляет планирование и управление процессами оснащения и подготовки к вылету. Результатом обработки являются промежуточные и итоговые графики выполнения работ по оснащению и подготовке к вылету летательных аппаратов. В качестве средств используются программное и аппаратное обеспечение, математическое обеспечение, инструментальное и материальное обеспечение, персонал, а в качестве управляющего процесса — стандарты и регламенты. Основу математического обеспечения составляют математическая модель и комбинаторные методы. Задание формируется исходя из документации технического обслуживания (ТО), полетного плана (ПП), графика аэродрома (ГА), сведений о персонале, материальном и инструментальном обеспечении, состоянии (группы) летательных аппаратов (ЛА) и других сведений, необходимых для формирования задания.

Таким образом, получаемая системой информация сначала обрабатывается, и создается первичный план работ. При изменении, цикл повторяется. В этом случае первичное задание заменяется дополненным, содержащим сведения об уже выполненных работах.

Рассматриваемая ИС предполагает клиент-серверную архитектуру. Сервер обрабатывает запросы, получаемые от клиентов-исполнителей работ и от клиентов-администраторов, ответственных за управление распределением работ, их коррекцией, дополнительными неучтенными правками. Обработка запросов сервером происходит за счет обращения к базе данных (БД).

Использование такой архитектуры позволяет снабдить персонал с ролью исполнителя планшетными компьютерами с целью обеспечения непрерывного доступа к данным системы об обслуживании. Использование клиент-серверной архитектуры способствует повышению уровня защищенности системы и позволяет предъявлять к планшетным компьютерам низкие требования, а следовательно и, уменьшить размеры и вес аппаратного обеспечения.

Комбинаторные методы и, в особенности, математическая модель определяют эффективность ИС. Для достижения этой цели математическая модель должна учитывать множество факторов, таких, как наличие необходимых запасных деталей для ТОиР, графика летных циклов, среднее время выполнение операций, материальное и инструментальное обеспечение, человеческие и другие имеющиеся ресурсы.

Для определения наиболее эффективного графика работ необходимого учитывать множество параметров: общее время подготовки (→min), затрачиваемые ресурсы (→min), задействуемый персонал (→min, лимитирован), замена/ремонт деталей (→min из-за высокой стоимости хранения запасных деталей, их аренды и стоимости), прибыль от эксплуатации (группы) ЛА за расчетный период (→max).

В рассматриваемом случае наиболее эффективным графиком работ для выполнения второстепенной задачи является тот, при котором общее время подготовки стремится к минимуму, т.е. затрачиваемое временя на подготовку, среди альтернатив является наименьшим.

Рассматриваемая ИС, главным образом, предназначена для эксплуатации авиакомпаниями.

В работе рассмотрена укрупненная концепция информационной системы планирования и управления процессами оснащения и подготовки к вылету группировки летательных аппаратов, определена архитектура системы, определен ряд факторов для учета при разработке математической модели.

Факторные модели в прогнозировании эксплуатационных затрат боевой авиационной техники

Сафронов Д.П.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Чернышева Г.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
danila19-57@bk.ru

В современных условиях развития авиационных систем происходит естественный процесс их усложнения. Для обеспечения боеготовности авиационных частей требуется увеличение финансовых затрат на эксплуатацию летательных аппаратов. На первый план стали выдвигаться вопросы экономии ресурсов при организации технического обслуживания летательных аппаратов ВКС. Поэтому актуальной становится проблема научного обоснования потребности в объемах финансирования эксплуатационных расходов.

Решение данной проблемы возможно с использование экономико-статистических методов, в частности метода корреляционно-регрессионного анализа многофакторных зависимостей.

Основная проблема в формировании факторной модели эксплуатационных затрат состояла в отборе и обосновании факторов, которые оказывают наиболее существенное влияние на эксплуатационные затраты. При этом следует иметь в виду, что неправильная оценка условий эксплуатации боевой авиационной техники может привести к полному или частичному искажению реальной зависимости эксплуатационных затрат от выбранных факторов и, следовательно, к существенным ошибкам при прогнозировании их величины.

По этапам жизненного цикла боевой авиационной техники условия эксплуатации характеризуются последовательной сменой состава и значений эксплуатационных факторов в их совокупности. Поэтому факторы, влияющие на эксплуатационные затраты, целесообразно разделить на три группы:

1) показатели расчетных условий эксплуатации – совокупность факторов, учитываемых при проектировании, изготовлении и испытании образцов боевой авиационной техники;

2) показатели ожидаемых условий эксплуатации – совокупность факторов, признанных и допустимых при эксплуатации боевой авиационной техники;

3) показатели реальных условий эксплуатации – совокупность факторов, действующих на боевую авиационную технику в сложившихся в эксплуатирующей организации условиях.

В каждом виде условий эксплуатации (расчетные, ожидаемые, реальные) целесообразно выделить типовые факторы, которые, в свою очередь, могут быть разделены на три группы:

1) функциональные факторы, связанные с выполнением функций систем при использовании боевой авиационной техники по назначению;

2) региональные факторы – связаны с воздействием на боевую авиационную технику внешней среды;

3) технические факторы, связанные с процессами в системе технической эксплуатации и ремонта боевой авиационной техники (режимы, технология организация, квалификация исполнителей, используемые средства и т.п.).

С использованием метода иерархий авторами были отобраны наиболее существенные из вышеперечисленных факторы, оказывающие влияние на затраты по эксплуатации боевой авиационной техники. В соответствии с методом корреляционно-регрессионного анализа, была построена регрессионная многофакторная модель эксплуатационных затрат, которую можно использовать при прогнозировании в зависимости от изменения факторов.

Ценностные основания управления требованиями при разработке научно-технических проектов

Хван А.В.
МАИ, Москва
khvan.wk@gmail.com

Ценностные основания управления проектом в любой сфере производственной деятельности определяются исходя из интересов и ожиданий потребителей. В авиастроении одной из важнейших, если не определяющих, ценностных ориентаций сегодня является управление процессами на всех этапах жизненного цикла. Поэтому актуальность проблемы менеджмента процессов в авиастроении наиболее высока в условиях глобальной конкуренции на мировом рынке. Структурный анализ управления проектами показывает, что данная область знаний дифференцируется на несколько инструментов менеджмента проекта:

1. Управление требованиями.

2. Управление финансовыми потоками.
3. Менеджмент рисков.
4. Управление человеческими ресурсами.

Инструмент менеджмента проекта «Управление требованиями» со стороны воспринимается неспециалистами, как сложная, не очень хорошо понятная наука.

Однако инженерия требований имеет решающее значение в современной промышленности и научно-техническом комплексе, она является важным аспектом формирования общей концепции при проектировании процесса (или набора процессов). Правильно спроектированный процесс – основная цель управления требованиями. Первично спроектированные требования определяют фундаментальные характеристики разрабатываемого изделия или исходные параметры процесса.

В мире глобальной конкуренции именно рынок определяет успех того или иного продукта. В связи с этим можно выделить пять главных критериев, обуславливающих успех проекта: четкий портрет потребителя (или заказчика), соотношение «цена/качество», преимущества перед конкурентами, время выхода на рынок,

Четкие требования, заложенные на самых ранних стадиях жизненного цикла изделия, являются ключевыми факторами успеха.

Лазерные технологии нанесения маркировки

Чернятин Г.Л., Крапивко М.И., Чернятин Г.Л.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Истомина Н.Л.
МАИ, Москва
wondertor20@gmail.com

Маркировка на производстве позволяет отслеживать товар на предприятии, в частности его движение по производственной линии, срок и время его изготовления, проследить жизненный цикл товара на производстве, а также отслеживать запас материалов на складе. В свою очередь, покупатель получает краткую характеристику и параметры, гарантию определенного качества и оригинальности приобретенного товара. Поэтому многие производители, которые стремятся к высокой эффективности производства и ориентированности на их продукцию потребителя, переходят на лазерную маркировку продукции, которая, в отличие от традиционных методов нанесения маркировочных обозначений, является более долговечной, устойчивой к разрушающим факторам и быстрее наносится на товар [1].

Лазерная маркировка позволяет с большой скоростью наносить на поверхности изображения с информацией о товаре, ее доля на рынке около 18%. Данный вид маркировки нашел широкое применение при производстве пищевых продуктов, одежды и обуви, в машиностроении, производстве высокотехнологичных товаров, микроэлектроники, и высокоточных приборов и т.п. Отличительные особенности маркировки с использованием лазера – долговечность, простота автоматизации и интеграции, высокая точность и возможность быстрого повторения, бесконтактность с маркируемой поверхностью. Основные методы нанесения можно разделить на два типа: перемещение зоны лазерного воздействия по поверхности материала и при помощи масок.

Технология маркировки включает в себя:

- Обугливание.
- Обесцвечивание или изменение цвета пигмента.
- Изменение структуры поверхности.
- Нанесение за счет испарения материала.
- Контролируемое изменение поверхности за счет оплавления.

Чаще всего эффект достигается в процессе испарения, плавления или поглощения в материале. Испарение позволяет наносить маркировку с углублением в материал изделия. Плавление вызывает термохимическую реакцию и применяется для маркировки изделий из пластика. При поглощении на поверхности материала возможно получение таких эффектов, как образование цветов побежалости на поверхности титана и нержавеющей стали, дающих возможность нанести контрастную маркировку без видимого повреждения поверхности [2].

Сейчас на рынке существует 4 основных вида лазеров – волоконные, CO_2 лазеры, твердотельные и диодные. В процессе выборе маркирующего лазера следует обратить внимание на следующие параметры: материал, на который будет наноситься маркировка, качество требуемой маркировки и производительность лазера.

Список литературы

1. Emmelmann C. Introduction to Industrial Laser Materials Processing. Rofin-Sinar. Hamburg. 1998.
2. David Belforte – 2015 Industrial laser market outperforms global manufacturing instability – ILS

Методы военно-экономической оценки мероприятий на стадиях жизненного цикла боевой авиационной техники

Ященко В.Е.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Чернышева Г.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
19-57badim@bk.ru

Любые мероприятия, проводимые на стадиях жизненного цикла авиационной техники, всегда ограничены финансовыми ресурсами, поэтому требуется детальное обоснование их целесообразности. Обычно целесообразность (эффективность) мероприятий анализируется на основе системы показателей "Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов", утвержденных 21.06.1999 № ВК 477, в соответствии с которыми производится оценка по трем моделям показателей:

1) показатели эффекта (разница между результатом и затратами на осуществление мероприятия);

2) показатели эффективности (соотношение показателей результатов и затрат);

3) временные показатели, среди которых принято выделять статистический показатель – срок окупаемости, количество лет, за которые окупятся вложенные затраты) и динамический показатель – количество периодов времени с начала реализации мероприятия до момента, когда накопленные показатели эффекта по периодам принимают положительные значения.

В военной сфере, в частности в системе мероприятий жизненного цикла боевой авиационной техники, для обоснования целесообразности мероприятий данная методика имеет специфику в определении величины результата, который, как правило, не имеет денежной оценки.

Поэтому для определения показателей результатов мероприятий на стадиях жизненного цикла боевой авиационной техники авторы предлагают использовать следующие подходы к оценки результатов мероприятия:

Первый подход. Результат, получаемый от использования мероприятий, имеет стоимостное выражение, то есть может быть измерен в денежных единицах. Применяется для мероприятий, в результате которых снижаются материальные или трудовые затраты на техническое обслуживание и ремонт; получается экономия всех видов ресурсов. При этом подходе используется традиционная система показателей оценки эффективности, представленная выше.

Второй подход. Результат мероприятий невозможно непосредственно представить в денежном выражении. Это мероприятия, направленные на улучшение ТТХ или ЛТХ боевой авиационной техники, повышение уровня безопасности полетов, надежности и безотказности ЛА, вероятности достижения поставленной цели, увеличение коэффициентов технической готовности военной и специальной техники, увеличение ресурса авиационной техники, повышение уровня обученности персонала и т.п.

При втором подходе целесообразно использовать следующие варианты оценки военно-экономической эффективности мероприятий:

вариант 1. Косвенная оценка стоимости результата мероприятия;

вариант 2. На основе разности в стоимости выполнения фиксированной задачи существующим и улучшенным образцом боевой авиационной техники;

вариант 3. На основе взаимосвязи факторов времени и потенциальной экономии затрат во времени;

вариант 4. На основе показателей относительного опережения прироста боевой эффективности и прироста затрат на осуществление мероприятия.

Разработанные в соответствии с предлагаемыми подходами методики оценки военно-экономической эффективности позволяют избежать ошибок в обосновании мероприятий на стадиях жизненного цикла боевой авиационной техники.

Направление №2 Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки

Секция №2.1 Авиационные двигатели

Разработка методики оптимизации профиля сверхзвукового вентилятора малоразмерного воздушно-реактивного двигателя

Агапов А.В., Боровиков Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Боровик И.Н.
МАИ, Москва
agapov_andrey@icloud.com

Одними из возможных вариантов развития малоразмерных воздушно-реактивных двигателей в классе тяг до 1000 Н является использование многоступенчатых компрессоров и/или переход к двухконтурной схеме. Анализ использования дополнительной ступени компрессора показал возможность повысить тягу и снизить расход топлива [1]. Переход к двухконтурной схеме может дать еще больший прирост эффективных параметров, т.к. летательные аппараты, оснащенные такими двигателями, имеют низкую скорость полета. Также малоразмерные двигатели имеют низкие параметры цикла и как следствие низкую топливную эффективность.

Существенной сложностью в реализации двухконтурной схемы в малоразмерном двигателе являются: высокие обороты, приводящие к сверхзвуковым скоростям на периферии вентиляторных лопаток; значительная, относительно высоты лопатки, толщина пограничного слоя; высокий градиент параметров по высоте лопатки. Все это требует выработки специфичных решений при профилировании лопатки и дополнительно усложняется высокими напряжениями от центробежных сил.

Для поиска оптимальной формы профиля вентилятора было принято решение использовать математическое моделирование в программном комплексе ANSYS CFX. Для оптимизации был подготовлен профиль вентилятора в программном комплексе NX, заданный в полярных координатах, имевший 10 непрерывных (описывающих форму профиля) и одну дискретную (количество лопаток) степень свободы. Хотя средства оптимизации ANSYS поддерживают многопараметрическую оптимизацию вплоть до 20 независимых параметров, для ускорения получения решения было решено использовать всего 11. В связи с имеющимися ограничениями трехмерный профиль строился из серии псевдодвухмерных участков, т.е. было принято допущение, что течение в вентиляторе имеет слоистую структуру и не допускает тепломассообмена между слоями. Максимальная допустимая высота лопатки и соответственно степень двухконтурности выводилась из прочностного расчета при использовании распространенных в авиационной промышленности материалов. В заключение были рассчитаны характеристики оптимизированного вентилятора на расчетном режиме в полной трехмерной постановке.

Представленная методика позволила получить оптимизированный на расчетный режим сверхзвуковой вентилятор малоразмерного воздушно-реактивного двигателя в условиях ограниченных вычислительных ресурсов и ограничения на максимальное количество параметров при многопараметрической оптимизации.

Список литературы

1. Анализ влияния дополнительной осевой ступени компрессора на характеристики малоразмерных турбореактивных двигателей / Боровиков Д. А., Ионов А. В., Селиверстов С. Д., Яковлев А. А. // Труды МАИ. 2017. №96.

2. Ржавин Ю.А., Емин О.Н., Карасев В.Н. Лопаточные машины двигателей летательных аппаратов. Теория и расчет: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2008. – 700 с.

3. Автоматизация процесса построения измеренной и параметрической 3D-модели рабочей лопатки вентилятора по данным КИМ / Шевяков А.О. // Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения – 2018».

4. Многокритериальная многодисциплинарная оптимизация лопатки рабочего колеса вентилятора на основе генетического алгоритма / Пьянков К.С., Телляева Н.И. // Техника воздушного флота. 2010. Т.84. №3. С. 58-67.

5. Оптимизация конструкции деталей и узлов ГТД / Темис Ю.М., Якушев Д.А. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). 2011. №3-1 (27). С. 183-186.

Разработка мероприятий для устранения причин возникновения трещин картера редуктора ТВД

Аксенов Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Фалалеев С.В.
ПАО "Кузнецов", Самара
yaaks93@gmail.com

Картер редуктора является одним из элементов силовой части двигателя НК–12МП (МА, МВ, МПМ). Он воспринимает усилия от веса и других нагрузок, проявляющихся при эксплуатации двигателя на самолёте.

На протяжении всей эксплуатации имели место случаи появления трещин на картере редуктора в районе бобышек подвода воздуха на обогрев входного направляющего аппарата (ВНА) с очагами, расположенными на поверхности отверстий для подвода горячего воздуха противообледенительной системы (ПОС). В последние несколько лет участились случаи появления трещин. При этом очаги развития трещин находятся не только на поверхности отверстий в бобышках подвода воздуха на обогрев ВНА, но и в области узлов крепления с раскосами подвески, по фланцу крепления с картером компрессора.

Предположительно причинами появления и развития таких трещин на картере редуктора могут быть:

• Снижение механических свойств материала картера после увеличения отверстия на обогрев ВНА для установки теплоизоляционных втулок;

• Ударные нагрузки при посадке самолёта;

• Вибрационные нагрузки, приходящие либо от воздушных винтов или двигателя, либо от планера через узлы крепления раскосов подвески;

• Термоциклические нагрузки при работе противообледенительной системы.

С целью исключения проявления дефекта был разработан комплекс технологических и конструктивных мероприятий. Работа проводилась в несколько этапов.

На первом этапе на основе метода конечных элементов был проведён расчёт напряжённо-деформированного состояния (НДС) картера без теплоизоляции (№ 1) и с теплоизоляцией (№ 2) [1, 2].

Выявлено, что локализация максимальных напряжений в бобышках подвода воздуха на обогрев ВНА в конструкциях № 1 и № 2 примерно одинакова. Наблюдается повышение уровня напряжений при переходе на конструкцию с теплоизолирующими втулками ввиду увеличения диаметра отверстий подвода воздуха в бобышках. Для конструкции № 1 характерен более высокий и равномерный уровень температур в районе бобышек подвода воздуха на обогрев ВНА по сравнению с конструкцией №2. При этом для конструкции с теплоизоляцией характерно наличие локальных зон повышенных температур[3].

На втором этапе выполнялись типовые металлургические исследования картеров с трещинами в центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ). Обобщённые результаты этих исследований следующие: химсостав, механические свойства и микроструктура соответствуют ТУ.

Для ремонтных двигателей, проходивших ранее разделку и заварку мест дефекта, результаты металлургических исследований материала показали, что механические свойства в зоне заварки и в переходной зоне ниже, чем в основном материале, но превышают минимально допустимые по ТУ. Для определения характера трещин производилось их раскрытие. Изломы по местам всех раскрытых трещин идентичные – усталостного характера.

На данный момент трещины устраняются путём разделки под заварку аргонно-дуговой сваркой без последующей термообработки. Имеются случаи, когда двигатели с картерами, прошедшими заварку трещин, приходят с эксплуатации с трещинами в области заварки. Поэтому на третьем этапе проведены работы по увеличению допустимой зоны разделки под заварку. В связи с локальностью зон с повышенными напряжениями, которые являются очагами появления трещин, отсутствуют основания для существующего жёсткого ограничения объёмов заварки при ремонте картеров с трещинами.

Для проведения заключительного этапа данной работы на данный момент ведётся подготовка к сравнительному термометрированию картера редуктора с существующей теплоизолирующей втулкой и с теплоизолирующей втулкой с уменьшенным проходным сечением и с изменённым направлением потока (непосредственно в кольцевой канал) для устранения зоны с местным повышенным нагревом. После испытаний будет получено поле температур, которое будет использовано для уточнённого расчёта НДС картера редуктора и формирования выводов о степени влияния данного мероприятия.

Таким образом, в результате проведённых исследований удалось определить факторы, оказывающие значительное негативное влияние на возникновение и развитие трещин в картере редуктора. Проведена работа по изменению схемы разделки под заварку трещин, исключающая возможность нахождения переходной зоны заварки в зоне концентрации напряжений. Разработана модернизированная конструкция теплоизоляционной бобышки, ведётся подготовка к испытанию для определения степени влияния данного мероприятия на НДС конструкции.

Список литературы

1. Ануров Ю.М. Основы обеспечения прочностной надёжности авиационных двигателей и силовых установок / Ю.М. Ануров, Д.Г. Федорченко. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. – 390 с.

2. Кочеров Е.П. Разработка деформационно-энергетического метода оценки прочности элементов конструкций / Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Самара: Изд-во СГАУ, 2012. – 160 с.

3. S.S. Manson. Thermal stress and low-cycle fatigue. NY: McGraw-hill, 1966. – 344 p.

Математическая модель для исследования эффективных характеристик силовой установки сверхзвукового делового самолета

Алендарь А.Д., Якурнова К.А., Грунин А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Викулин А.В.
МАИ, Москва
artem.alendar@mail.ru

Для определения параметров и характеристик авиационных ГТД на различных режимах работы при поисковых расчетно-теоретических исследованиях, а также на стадии проектирования и доводки двигателей широко используются их математические модели. В ходе данной работы разработана математическая модель силовой установки (СУ) сверхзвукового пассажирского самолета. Интегральная модель СУ представляет собой математическую модель первого уровня и включает в себя математические модели: сверхзвукового регулируемого воздухозаборного устройства (ВЗУ) внешнего сжатия, двухконтурного турбореактивного двигателя со смешением потоков обоих контуров и выходного устройства со сверхзвуковым регулируемым соплом полного расширения.

Для описания рабочего процесса ВЗУ используется эмпирико-математическая модель расчета плоского сверхзвукового ВЗУ внешнего сжатия. Поверхность торможения воздушного потока представляет собой ступенчатый клин, состоящий из нескольких панелей, расположенных под изменяемым в зависимости от режима работы двигателя углом друг к другу. При сверхзвуковом течении на всех поверхностях торможения потока расчет ведется с помощью известных соотношений газовой динамики. В случае когда на клине имеются прямые скачки уплотнения и дозвуковые зоны за ними, для расчета среднего давления и коэффициента сопротивления ВЗУ применяется теория околозвукового подобия. При полностью дозвуковом течении на клине при $M<1$ или за головной волной на первой ступени клина для расчета коэффициента сопротивления ВЗУ используется эмпирическая методика ЦАГИ.

Для описания рабочего процесса и характеристик ТРДД в составе СУ использована математическая модель двигателя первого уровня с покаскадным описанием компрессоров на основе обобщенных характеристик и покаскадным описанием турбины.

Математическая модель сопла представляет собой алгебраические зависимости, обобщающие результаты расчетных и экспериментальных исследований характеристик регулируемых сопел. При расчете потерь эффективной тяги сопла учитываются геометрические параметры сопла, режим работы двигателя, полетные условия и другие факторы.

Согласование описанных выше модулей СУ происходит при условии равенства расхода воздуха через все элементы СУ (ВЗУ, двигатель и сопло). В разработанной математической модели это условие обеспечивается путем изменения углов наклона подвижных панелей клина и регулирования площади критического сечения сопла.

Разработанная интегральная математическая модель использована для расчета параметров и исследования эффективных характеристик силовой установки сверхзвукового делового самолета с максимальным числом Маха полета $M=1,8$.

Методы подсчета циклов авиационного двигателя

Аль Дарабсе А.М., Тиняков И.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Маркова Е.В.
УлГТУ, Ульяновск
amersamarah4@gmail.com

Концепция эксплуатации самолетов на газотурбинных установках реализуется во всем мире. Для реализации её необходима информация об истечении срока службы, компонентов авиационных двигателей, находящихся в эксплуатации. В этом исследовании предлагается алгоритм оценки эквивалентных циклических часов работы. В этой статье приводится анализ существующих методов подсчета циклов и предлагается новый оригинальный метод. Это подразумевает рассмотрение двух циклов, связанных с цепочкой экстремумов «max – min – max». Первый – основной цикл загрузки; второй цикл является дополнительным – от минимального до самого низкого экстремума. Предполагается, что «глобальный» минимум известен. Авторы разработали алгоритм, для выделения отдельных простых циклов загрузки в сложном жизненном цикле, реализованный с использованием VisualBasic для приложений и Excel'97. В статье также представлен метод отклонения плохих записей и оценки напряженно-деформированного поведения основных компонентов двигателя – приводных валов, дисков и лопаток, основанных на регулярных измерениях температуры и давления в газовом потоке. Эти методы позволяют рассчитать накопление ущерба в режиме реального времени. Разработанные алгоритмы заложили основу для автоматизированной системы диагностики авиационного двигателя.

Эксплуатация газотурбинных двигателей (GTE) в авиации или промышленности осуществляется в различных режимах и при различных внешних условиях, определяемых регионом, сезоном, жизненным циклом и т. д.

Основным фактором, влияющим на нагрузку и, соответственно, на срок службы основных компонентов GTE, является режим его работы, который характеризуется выходной мощностью промышленных газовых турбин или развитием тяги GTE. Учитывая типичный профиль гражданских воздушных судов, он включает в себя ряд «обязательных» режимов.

Большинство компонентов GTE работают под многорежимной и многокомпонентной загрузкой. Как правило, они работают под воздействием длительного статического нагружения центробежных и газовых сил, часто при высоких температурах и низкой загрузке цикла. Это определяется запуском, остановкой или изменением в рабочем режиме, описанном выше.

В условиях эксплуатации все GTE должны быть оснащены автоматизированными диагностическими системами (ADS), которые обеспечивают проверку их технического состояния.

Один из компонентов ADS представлен автоматизированными системами управления с истекшим сроком службы по отношению к основным частям двигателя.

С увеличением срока службы двигателя большее внимание уделяется низкоцикловому нагрузочному сопротивлению, связанному с циклами: запуском и остановкой двигателя, изменениями режима работы в течение его жизненного цикла. Кроме того, каждый цикл нагружения отличается и характеризуется своим уровнем напряжения в зависимости от условий эксплуатации GTE, асимметрии циклов, температуры, длительности максимальных нагрузок, уровня вибрационных нагрузок.

Срок службы двигателя также определяется его динамической нагрузкой, которая во многом зависит от различных конструкций демпферов. В исследовании приведен метод выбора требуемого типа демпфера для ротора, предложен метод расчета расхода жидкости в демпфере.

В современном мире особое внимание уделяется повышению технического уровня газотурбинных двигателей и машин, их эффективности, надежности и времени наработки на отказ. Актуальной проблемой является продление срока службы газотурбинных двигателей, а также точная оценка технического состояния по данным, полученным при регистрации термогазодинамических и вибрационных параметров в процессе эксплуатации. Современные исследования направлены на совершенствование стратегий управления ресурсами газотурбинных двигателей, включая проблемы построения адекватных диагностических моделей и методов оценки изменений параметров газотурбинных двигателей и др.

В этом исследовании показана целесообразность использования более экономически эффективных методов распределения простых циклов нагрузки в системах оценки с истекшим сроком эксплуатации, работающих в режиме реального времени.

Авторы проанализировали существующие методы подсчета циклов и предложили новый оригинальный подход, предполагающий выделение двух циклов из последовательности экстремумов

«max – min – max»: простой цикл загрузки и дополнительный цикл от минимума до нижнего из двух максимумов. Предполагается, что «глобальный» минимум известен.

Разработанный метод не требует информации относительно всего рабочего цикла и позволяет выбирать «простые» циклы в режиме реального времени. Это также дает возможность проводить раздельное суммирование по основным и дополнительным простым циклам, которое определяется для ряда двигателей.

Исследование процесса фреттинга в замках лопаток вентилятора ГТД

Армянинов А.А., Клейменов П.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лесневский Л.Н.
МАИ, Москва
ant-ar@yandex.ru

Фреттинг – это вид механического износа, который возникает, когда две поверхности подвергаются относительному движению малой амплитуды с высокой частотой. Последствия данного эффекта можно наблюдать в виде оксидных пятен на поверхности металла, непосредственно в местах контакта с другим образцом. Фреттинг влияет на структурную целостность узлов и деталей ГТД в основном двумя способами: снижение функциональности элементов конструкции из-за износа на контактных поверхностях либо образование трещин в местах с высоким напряжением, которые затем могут спровоцировать разрушение.

Сам фреттинг можно классифицировать следующим образом: фреттинг-износ, фреттинг-усталость и фреттинг-коррозия.

Фреттинг-износ происходит, когда две контактирующие поверхности испытывают относительное движение с малой амплитудой. Из-за относительного движения между образцами частицы материала удаляются с поверхностей. Амплитуда может варьироваться приблизительно от 25 до 210 мкм. Усталость возникает при стирании деталей, когда амплитуда колебаний составляет порядка нескольких микрон. Фреттинг-усталость характеризуется возникновением и распространением трещин из-за переменных объемных напряжений. Усталость при истирании преобладает при низких амплитудах, но по мере увеличения амплитуды вибрации износ при истирании становится критическим фактором. Между ними активны оба механизма: усталостное изнашивание, абразивный износ, а также повреждения, вызванные совокупным эффектом обоих.

Фреттинг-коррозия – это еще одна форма фреттинга, в которой химическая реакция является основным фактором, способствующим повреждению поверхности. При протекании данного процесса защитный оксидный слой удаляется с поверхности в точках контакта и способствует ускорению разрушающих процессов. Он также оказывает механическое воздействие, которое вызывает пластическую деформацию, и ускоряет скорость коррозии.

Общий механизм фреттинг-износа может быть описан как трехэтапный процесс.

1. Начальная адгезия и эмиссия частиц металла
2. Скапливание отделившихся частиц в местах контакта, как правило, в окисленной среде
3. Прогрессирующий процесс износа.

Первоначально большинство поверхностей покрыты защитным слоем. Этот защитный слой не регенерируется при обычных температурах и, следовательно, он изнашивается, когда эти поверхности подвергаются абразивному износу. Созданные таким образом первозданные поверхности подвергаются металлической адгезии и ускоренному повреждению поверхности. Степень адгезии зависит от твердости и структуры металла. Чем тверже поверхность, тем меньше степень адгезии. Также кубические кристаллические металлы имеют более высокую адгезионную тенденцию, чем гексагональные плотно-структурные кристаллы из-за ограниченного числа систем скольжения. Когда энергия упругой деформации отрывающейся частицы превышает энергию адгезии, отделение частиц от поверхности происходит в виде осколков. Наконец, осколки окисляются при нагреве трением и высоком давлении или, в некоторых случаях, при пластической деформации. После этого износ в устойчивом состоянии продолжается.

В результате исследования было установлено, что способность к износу сильно зависит от преобладающих условий контакта на поверхностях элементов замковых соединений диска и лопатки вентилятора ГТД. В частности, в случае замкового соединения типа ласточкин хвост, тела являются упруго-неэластичными, и взаимодействуют между собой как герцовыми, так и негерцовскими видами контакта. Сложность, связанная с анализом механических контактов конструкции замкового соединения, в основном обусловлена следующими причинами:

1. На контактных поверхностях присутствуют очень высокие градиенты напряжения,

2. Нелинейностью, связанной с соответствующими контактами,

3. Неточностью граничных условия, преобладающих на границе контакта.

Из-за перечисленных сложностей, связанных с исследованиями напряжений на границах контакта диска и лопатки ГТД, необходимо использовать комплексный подход, состоящий из совокупности численных, аналитических, и смешанных методов моделирования.

Поиск перспективных схем силовых установок для семейства беспилотных летательных аппаратов

Батов И.А.
Научный руководитель — к.т.н. Зиненков Ю.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
yura2105@mail.ru

Развитие беспилотных летательных аппаратов (БЛА) во многом определяется уровнем достижений в двигателестроении. Известно, что в настоящее время, уровень совершенства воздушно реактивных и поршневых двигателей для авиации достигает предельных значений эффективности по параметрам рабочего процесса. Дальнейшее их повышение становиться либо физически не возможным, либо не целесообразным. В связи с этим многие отраслевые научно-исследовательские организации ведут поиск новых, перспективных схем, как двигателей, так и силовых установок (СУ).

Одной из особенностей БЛА является широкий диапазон взлетной массы. Поэтому и линейка двигателей должна охватывать размерности от нескольких килограмм, до не-скольких тонн тяги. Основными типами двигателей для существующих БЛА, в зависимости от требуемой мощности, являются электрические, поршневые и воздушно-реактивные. Как перспективными схемами СУ, рассматриваются гибридные, сочетающие в себе несколько источников мощности, к примеру: двигатель внутреннего сгорания и электрический.

Перед авторами работы была поставлена задача по поиску перспективных схем СУ для семейства БЛА. В итоге были проанализированы ряд гибридных схем СУ в системе БЛА различного назначения.

Работа была выполнена в соответствии с разработанной на кафедре авиационных двигателей методологией оценки эффективности СУ БЛА различного целевого назначения. В соответствии с данной методологией на первом этапе работы был определен спектр актуальных задач, требующих для своего решения использование БЛА. Далее определены необходимые массы полезной нагрузки, основные тактико-технические характеристики и сформированы предварительные технические облики планеров исследуемых беспилотников. На следующем этапе приступили к оценке эффективности различных схем СУ для трех типоразмеров БЛА. В качестве основных исследуемых схем СУ были взяты четыре варианта гибридной схемы (турбовальный двигатель, поршневой, роторно-поршневой, электрогенератор, аккумулятор, электромотор, воздушный винт) и классические схемы с известными поршневыми и воздушно-реактивными двигателями.

В результате проведенных испытаний был установлен ряд зависимостей удельных параметров (мощности, расхода топлива, массы) от критериев эффективности трех БЛА различного типоразмера и целевого назначения.

В дальнейшем планируется провести ряд оптимизационных исследований по выявлению оптимальных границ применения силовых установок различных схем для БЛА в зависимости от их предназначения, взлетной массы и траекторных параметров.

Численное моделирование характеристики соплового аппарата ГТД

Бузин В.М., Акунец М.В.
Научный руководитель — Волков А.А.
Самарский университет, Самара
buzin98@mail.ru

В авиационном двигателестроении широко применяются численные модели, предназначенные для выполнения расчётов движения жидкостей и газов. При этом встаёт вопрос об установлении истинности полученных результатов и изучении влияния значений параметров CFD-модели на искомую расчетную характеристику. Целью данной работы является верификация численной модели соплового аппарата ГТД.

В ходе проделанной работы были рассмотрены отчёты NASA с экспериментальными данными продувки соплового аппарата [Л]. С помощью программы Profiler на основе вышеупомянутых

данных построена геометрия лопатки, затем создана сеточная модель в программном пакете NUMECA AutoGrid5. В созданной сеточной модели количество элементов сетки равно 500 тыс., значение y+ меньше 1.

Настройка задачи и расчёт осуществлялись в программном пакете NUMECA FINE/Turbo. На входе в расчётную область задавались значения полного давления, температуры при стандартных атмосферных условиях; в свою очередь, на выходе – значения статического давления. Модель рабочего тела – воздух (реальный), модель турбулентности – Spalart-Allmaras.

В результате расчета была построена характеристика зависимости коэффициента скорости от приведенной скорости. Из построенной характеристики видно, что результаты расчета качественно повторяют экспериментальные данные, но имеется количественное расхождение в 1-2%. Для анализа полученной величины расхождения выполнено сравнение рассчитанных параметров с экспериментальными данными в рабочей точке.

Для рабочей точки были построены графики зависимости коэффициента скорости, угла потока и отношения статического давления к полному в зависимости от высоты лопатки. Все полученные зависимости качественно повторяли данные эксперимента, полученное значение профильных потерь совпадает с экспериментальными данными. Для значения вторичных потерь наблюдается расхождение.

Дальнейшая работа предполагает изучение влияния количества сеточных элементов, значения y+ и различных моделей турбулентности как на точность учёта вторичных потерь, так и на поведение характеристики в целом.

Литература

Goldman L. J., McLallin K. L. Cold-air annular-cascade investigation of aerodynamic performance of core-engine-cooled turbine vanes, 1975.

Метрологическое обеспечение испытаний ГТД по определению акустических характеристик

Версин А.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Афанасьев В.А.
МАИ, Москва
vaa96@mail.ru

Сертификация современных газотурбинных двигателей (ГТД) на экологические требования связана в первую очередь с подтверждением конкурентоспособности отечественных двигателей на рынке сбыта данной продукции. В рамках СНГ уровень шума нормируется Авиационными правилами АП-36, которые практически соответствуют международным.

АП-36 «Сертификация воздушных судов по шуму на местности» устанавливает стандарты воздушных судов по шуму на местности. Надо отметить, что сами двигатели не сертифицируются по шуму, а проходят испытания по шуму в «обеспечении» сертификационных испытаний воздушных судов по шуму с этими двигателями.

В работе рассмотрены вопросы, связанные с возникновением авиационного шума и нормированием его параметров в соответствии с экологическими требованиями международной организации гражданской авиации.

Приведены:

• Методика акустических измерений, проводимых при сертификации воздушных судов по шуму на местности;

• Методики оценки акустического качества вентилятора – доминирующего источника шума турбореактивного двухконтурного двигателя (ТРДД) с большой степенью двухконтурности (m>5) для гражданской авиации;

• Характеристики испытательного стенда для проведения акустических испытаний;

• Сравнения испытаний на стенде с заглушенной камерой и реверберационными камерами;

• Анализ существующих измерительных систем, используемых на экспериментальных стендах для проведения доводочных испытаний ГТД.

• Предложены современные средства измерений параметров авиационного шума в соответствии с требованиями обеспечения единства измерений.

Разработка методики сертификационных испытаний по оценке устойчивой работы камеры сгорания газотурбинных двигателей

Войцехович Д.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Афанасьев В.А.
МАИ, Москва
voycehod@gmail.com

Сертификационные испытания по оценке устойчивой работы камеры сгорания газотурбинных двигателей необходимы для подтверждения её соответствия требованиям Авиационных Правил.

Процесс горения в камерах сгорания газотурбинного двигателя (ГТД) может быть неустойчивым, что может приводить к прекращению горения топлива в камере или нарушению прочности конструкции. Наиболее часто встречающаяся неустойчивость горения – возбуждение вибрационного горения. Эксплуатация двигателя на режимах вибрационного горения недопустима, так как это может привести к срыву пламени.

В программу испытаний необходимо включать проверку наличия определенного запаса устойчивости, гарантирующего отсутствие виброгорения и срывов пламени в камере на рабочих режимах.

Запасы устойчивости работы основной камеры сгорания (ОКС) проверяются относительно расходов топлива в сторону увеличения и уменьшения в пределах предусмотренных регулировок расхода топлива.

При этом не должны превышаться ограничения, предусмотренные в технической спецификации и устанавливаемые индивидуально для каждого двигателя (по температуре газа за турбиной, оборотам вентилятора, оборотам турбокомпрессора, давлению за компрессором и т.д.).

Устойчивость работы основной камеры сгорания проверяют в составе двигателя в пределах ограничений, предусмотренных руководством по его эксплуатации. Испытания проводятся на стенде с имитацией полетных условий путем подачи на вход в двигатель воздуха с температурой и давлением заторможенного потока, соответствующих полетным условиям, и выдерживанием на выходе из реактивного сопла статического давления, соответствующего заданной высоте полета.

Объем и конкретные режимы испытаний определяются в зависимости от класса и назначения двигателя, диапазона изменения условий полета по высоте и скорости, сложности и особенности силовой установки.

Испытания преследуют следующие цели: проверка запасов устойчивости рабочего процесса в ОКС по отношению к возбуждению виброгорения и проверка отсутствия срывов пламени в форсажной камере.

Для выполнения поставленных целей в работе представлена методика оценки устойчивой работы ОКС ГТД, измерительный комплекс определяемых при испытаниях параметров, порядок и объем испытаний.

Метрологическое обеспечение сертификационных испытаний ГТД по определению выбросов загрязняющих веществ

Волков М.И.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Афанасьев В.А.
МАИ, Москва
VolkovMrMike@yandex.ru

Предъявляемые к авиационным двигателям требования регулярно ужесточаются по сокращению выбросов в атмосферу парниковых газов. Несоответствие российских двигателей стандартам ICAO будет препятствовать полету ЛА, оснащённых ими, в те страны, где данные стандарты носят обязательный характер, что, в свою очередь, отразится на конкурентоспособности отечественного двигателестроения.

Целью данной работы является модернизация уже существующих испытательных стендов, с дальнейшей их автоматизацией. Современные системы управления в совокупности с новым измерительным оборудованием помогут сократить время испытаний, повысить их точность, безопасность, повторяемость тестов.

В работе приведены методики измерения и анализ содержания загрязняющих веществ в отработавших газах ГТД для гражданской авиации. Проанализированы закономерности образования загрязняющих веществ, авиационных ГТД, также рассмотрено описание стенда и его систем для проведения испытаний ГТД с замером эмиссии. Сопоставлены фильтрационный метод определения

уровня дымления двигателей и фотометрический, с указанием их преимуществ и недостатков. Предложены современные методы измерения основных компонентов отработавших газов авиационных двигателей в условиях стендовых испытаний, позволяющие соответствовать современному уровню научно-технического прогресса.

Программный комплекс контроля параметров нагружения и анализа эксплуатационной информации ГТД оперативно-тактической авиации «ЭксКон v.1»

Гогаев Г.П., Немцев Д.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Марчуков Е.Ю.
МАИ, Москва
gogaevgeorge@rambler.ru

В настоящее время при эксплуатации объектов оперативно-тактической авиации Су-35С и Су-34 наблюдается преждевременное исчерпание ресурсных ограничений двигателей, приводящее к досрочному съему для прохождения незапланированной инспекции или капитального ремонта, что отрицательно сказывается на поддержании требуемого уровня боеготовности ВКС РФ и приводит к увеличению стоимости жизненного цикла.

В связи с вышесказанным Главнокомандующий ВКС РФ дал указание определить обобщенный типовой полетный цикл (ОТПЦ) двигателя АЛ-41Ф-1С на объекте Су-35С по данным эксплуатации войсковых частей ВКС РФ. Кроме того, начальник Главного штаба – первый заместитель Главнокомандующего ВКС дал указание определить ОТПЦ двигателя АЛ-31Ф серии 23 исполнения 25 на объекте Су-34 по данным эксплуатации войсковых частей ВКС МО РФ.

Для определения потребных значений нагруженности газотурбинный двигатель (ГТД) при эксплуатации и объема ресурсных испытаний, а также для решения широкого круга возникающих в процессе доводки и сопровождения двигателей задач разработан программный комплекс «ЭксКон v.1» [1].

Современный авиационный ГТД представляет собой технически сложный высоконагруженный объект, работающий в широком диапазоне полетных условий.

Доводка двигателя, опытная и серийная эксплуатация предъявляют специфические требования к процессу контроля параметров ГТД и наработок в конкретных условиях, соблюдению текущих установленных ограничений.

Для обеспечения возможности контроля двигателя на этапе опытно-конструкторских работ требуется гибкое ПО с возможностью оперативной модернизации под текущие задачи. Использование инструментария штатного программного обеспечения (как комплексный регулятор двигателя/блок следящих систем, так и программ объективного контроля) для решения непредусмотренных ТЗ на разработку нетривиальных задач либо невозможно, либо нецелесообразно по соображениям временных затрат.

Программный комплекс «ЭксКон v.1» предназначен для обработки полетной информации и определения нагружения двигателя и его элементов, определения выработки ресурсных ограничений, выявления характерных особенностей условий эксплуатации.

Возможности программного комплекса:

• Автоматизированный анализ эксплуатационной информации;

• Определение длительного и циклического нагружения двигателя, его основных деталей и поворотного реактивного сопла;

• Определение наработки двигателя:

• В интервалах по частотам вращения роторов;

• В диапазонах высот и скоростей;

• В интервалах по полному давлению на входе в двигатель;

• В интервалах по температуре на входе в двигатель;

• Определение наработки двигателя в пересечении диапазонов параметров

• Формирование базы интересующих параметров обработанных полетов;

• Возможность оперативной модификации программного комплекса при возникновении новых задач.

Направления применения программного комплекса:

1. Анализ фактических условий эксплуатации при уточнении ОТПЦ изделий АЛ-31ФП, АЛ-41Ф-1С, АЛ-41Ф-1, которые подлежат корректировке по данным серийной эксплуатации в соответствии с требованиями нормативно-технической документации (НТД).

2. Статистическое обоснование продолжительности дорогостоящих режимов («наддувы», «подогревы» «наддув и подогрев») при проведении ресурсных испытаний.

3. Статистически обоснованное определение условий реализации циклов нагружения изделия в эксплуатации, что позволит без избыточного консерватизма осуществлять подтверждение ресурса по концепции безопасного развития дефекта, предусмотренного требованиями НТД.

4. Совершенствование методов определения и контроля выработки ресурса основных деталей ГТД оперативно-тактической авиации по малоцикловой усталости с учетом полетных условий, наиболее полно и достоверно описывающей механизм накопления повреждаемости, что позволит повысить надежность силовой установки летательного аппарата и достигнуть полного использования ресурса двигателя [2].

Выводы

1. Разработан программный комплекс «ЭксКон v.1» [1], позволяющий провести анализ эксплуатации двигателей оперативно-тактической авиации.

2. Программный комплекс использован при выполнении указаний Главнокомандующего ВКС РФ и нач. Главного штаба – первого заместителя Главнокомандующего ВКС при определении ОТПЦ двигателя АЛ-41Ф-1С на объекте Су-35С и двигателя АЛ-31Ф на объекте Су-34.

3. Подтверждение полученных потребных значений нагружения двигателей при ресурсных испытаниях позволит предотвратить досрочный съем двигателей, что снизит стоимость жизненного цикла парка оперативно-тактической авиации и повысит уровень боеготовности ВКС МО РФ.

Список литературы

1. ЭксКон v.1.0 // Программа ЭВМ РФ № 2018665849, 11.12.2018 г. / Шубин И.А., Богданов М.А., Гогаев Г.П.

2. Гогаев Г. П. Совершенствование методики контроля выработки ресурса по малоцикловой усталости основных деталей ГТД высокоманевренных ЛА / Г. П. Гогаев, Д. В. Немцев // Гагаринские чтения-2018: Материалы XLIV Международной молодежной научной конференции. — М., 2018. Т. 1. С. 124—126.

Поверхностное упрочнение рабочих лопаток компрессора

Григорьев А.В.
СПбПУ, Санкт-Петербург
bbp@inbox.ru

Целью работы является изучение и анализ метода ультразвукового поверхностного упрочнения (УЗПУ) рабочих лопаток компрессора, применяемых в двигателях серии ТВ3-117/ВК-2500.

Для достижения поставленной цели рассмотрены возможности УЗПУ для повышения сопротивления усталости, эрозионной стойкости, долговечности.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ

Данный метод направлен на улучшение эксплуатационных характеристик лопаток ГТД, повышение производительности и качества поверхностного упрочнения за счет одновременной обработки изделий по всем поверхностям и создания высоких значений остаточных напряжений сжатия. Процесс УЗПУ является высокотехнологичным, экономичным и экологически безопасным методом финишной обработки металлических изделий [1].

За счет ультразвукового наклепа изменяются физико-механические свойства изделий, повышаются усталостная прочность и контактная выносливость. Путем внедрения мелкодисперсных легирующих материалов в поверхностный слой изделий повышается эрозионная стойкость. В ходе упрочнения происходит изменение микроструктуры поверхностного слоя, повышается его микротвердость, создаются однородные остаточные напряжения сжатия, равномерно распределенные по всем обработанным поверхностям, увеличивается площадь опорной контактируемой поверхности, что позволяет повысить усталостную прочность на 15…50%; а также эрозионную стойкость в 1,5…3 раза [1].

В качестве объекта исследования выбраны лопатки I, VII и XII ступеней компрессора двигателя ТВ3-117 из титанового сплава ВТ-8, обработанные по серийной технологии.

Исследования проводились на установке УЗУ-6ТМ при различных режимах. В качестве рабочих тел использовались металлические микрошарики Ø0,68; Ø1,00; Ø1,58 мм из стали марки ШХ15, изготовленные согласно ГОСТ 3722-2014.

Исследование остаточных напряжений на пере лопаток производили механическим методом, разработанным акад. Н.Н. Давиденковым, с использованием формул из работы [5] для построения эпюр. Определение остаточных напряжений проводилось механическим методом на приборе ПИОН-2К.

Образцы для измерения остаточных напряжений вырезаны электроэрозионным способом со стороны входной кромки на расстоянии 3 и 9 мм от нее.

Результаты исследования показывают, что в поверхностных слоях лопаток наблюдаются сжимающие остаточные напряжения от 320 до 440 МПа, а глубина залегания составляет от 0,14 до 0,20 мм. При этом с увеличением времени обработки повышается величина и глубина залегания сжимающих напряжений.

В работе исследовано влияние обработки лопаток компрессора из титановых сплавов стальными шариками в магнитном поле на параметры поверхностного слоя. Установлено формирование благоприятных характеристик поверхностного слоя по сравнению с лопатками, изготовленными по серийной технологии. УЗПУ позволяет формировать благоприятную эпюру остаточных напряжений сжатия, позволяющую увеличить сопротивление усталости лопаток.

Следует также отметить, что результаты сопоставимы с аналогичной работой, описанной в [3]. На этом основании можно сделать вывод, что при обработке лопаток УЗПУ улучшаются параметры шероховатости лопаток, микротвердости, а также повышается предел выносливости.

На текущем этапе проводится упрочнение новой партии лопаток для определения усталостной прочности на АО «ОДК-Климов».

Список литературы

1. Павленко В.Н. Применение упрочняющих технологий для увеличения послеремонтного ресурса лопаток авиационных двигателей // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии 2011. №51.
2. Пухальская Г.В., Гликсон И.Л., Лукьяненко О.Л. Влияние режимов обработки лопаток компрессора шариками в магнитном поле на формирование характеристик поверхностного слоя // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні 2011.
3. Пухальская Г.В., Гликсон И.Л., Лукьяненко О.Л., Коваль А.Д., Лоскутов С.В., Степанова Л.П. Влияние обработки лопаток компрессора шариками в магнитном поле на формирование параметров поверхностного слоя и прочностные характеристики // Вестник двигателестроения 2009. №2.
4. Акимов П. М. О факторах, влияющих на выносливость жаропрочных сплавов для лопаток // Авиационная промышленность. 1967. № 3.
5. Биргер И.А. Остаточные напряжения / Биргер И.А. – М.: Машиностроение, 1963.

Разработка базы данных авиационных газотурбинных двигателей гражданского назначения на основе сертификатов Европейского агентства авиационной безопасности и Федерального управления гражданской авиации

Грунин А.Н., Алендарь А.Д., Кандауров С.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Викулин А.В.
МАИ, Москва
grunin.anton@mail.ru

Разработка и проектирование таких наукоёмких технических устройств, как авиационные газотурбинные двигатели, является сложным трудоёмким и творческим процессом. В них реализуются наиболее передовые научные и технологические решения. Проектирование авиационного двигателя состоит из ряда последовательных этапов, регламентируемых стандартами. Одним из первых выполняется аналитический обзор состояния современного рынка двигателестроения и оценка состояния параметров. На данном этапе необходимо рассмотреть выборку двигателей, характеризуемых каким-либо ключевым параметром.

В данной работе разработана база данных авиационных газотурбинных двигателей гражданского назначения на основе сертификатов Европейского агентства авиационной безопасности (EASA) и Федерального управления гражданской авиации (FAA). В нее включены основные параметры двигателя, такие как: взлетная тяга, степень двухконтурности, суммарная степень повышения давления, расход топлива, сухой вес двигателя, удельный вес, год сертификации того или иного двигателя EASA и FAA, компания производитель, держатель сертификата, а также номер сертификата для быстрого доступа к источнику.

Разработанная база данных позволят сократить время проведения анализа и сузить диапазон параметров, выбираемых при проектировании авиационного двигателя.

Следующим этапом работы рассматривается добавление конструктивных схем, сортировка газотурбинных двигателей по фирмам производителей и держателей сертификата, рассматривается возможность добавления информации об эмиссии авиационных двигателей из ICAO Aircraft Engine Emissions Databank. Так же предполагается расширение базы данных добавлением других типов авиационных двигателей.

Обработка точных отверстий в деталях гидропневмо аппаратуры

Джаджарми М.М.
Научный руководитель — Бойцов А.Г.
МАИ, Москва
maziyar_jj@yahoo.com

Получение и восстановление отверстий высокой точности в деталях гидропневмоагрегатов авиационной техники представляет сложную проблему, связанную с необходимостью обеспечения низкой шероховатости и жестких допусков на цилиндричность и круглость и тем самым с высокой трудоемкостью обработки, которая традиционно выполняется многоэтапной доводкой алмазными пастами и суспензиями. Трудности доводки: высокие требования к квалификации и опыту рабочих, большое число промывок, необходимых для удаления остатков абразивных паст, длительность операций с периодическим контролем размеров.

В настоящей работе предлагается замена доводочных операций операциями алмазного однопроходного хонингования (развертывания), выполняемыми регулируемыми развертками с алмазным рабочим слоем.

Поэтому хонингование целесообразно использовать на предварительном этапе подготовки отверстия под финишную обработку алмазными развертками.

Регулируемая алмазная развертка представляет собой высокоточный инструмент, основой которого являются упругая втулка с коническим внутренним отверстием, прорезью, обеспечивающей регулирование размера, и системой спиральных канавок для подвода СОЖ и вывода микростружки. На наружную поверхность втулки наносится алмазный рабочий слой на гибридной металло-керамоорганической связке с заданной зернистостью алмазного абразива. Рузвертки такой конструкции позволяют обрабатывать отверстия диаметром от 4 мм с точностью ±1 мкм. Диапазон регулирования размера развертки составляет 0,001…0,1 мм. Предложены конструкции разверток для обработки ступенчатых, конических и глухих отверстий. Стойкость развертки зависит от примененной связки алмазного рабочего слоя, обрабатываемого материала и режимов обработки, она может достигать 1000…5000 обработанных отверстий. Предварительная настройка развертки на размер может выполняться по эталонной втулке с последующей коррекцией размера устройством с микрометрическим винтом. Алмазными развертками могут обрабатываться отверстия в сталях, чугунах, сплавах цветных металлов, керамиках, деталях с твердыми упрочняющими покрытиями. Выбор связки алмазного рабочего слоя определяется свойствами обрабатываемого материала. Обработка высокоточных отверстий производится в 2…5 этапов развертками с различной зернистостью алмазов, при этом может использоваться как специальное, так и универсальное оборудование, например токарные и фрезерные станки.

Преимущества предлагаемой технологии обработки отверстий и инструмента:

- Снижение требований к квалификации работников;
- Повышение технологической надежности процесса обработки;
- Малые силы резания;
- Сравнительно низкая стоимость инструмента.

Исследование вихревой противоточной предкамеры для многогорелочной кольцевой камеры сгорания

Ершова Е.А., Комова А.В., Комова О.В.
Научный руководитель — к.т.н. Новиков И.Н.
МГТУ ГА, Рыбинск
abrosimovaekal@mail.ru

Исследование направлено на получение оптимальной конструкции и расчетных характеристик предкамеры для использования ее в составе многогорелочной кольцевой камеры сгорания (КС) дальнемагистральных летательных аппаратов [1]-[4].

Целью работы на данном этапе является разработка оптимальной конструкции предкамеры на основе рабочих характеристик, полученных с помощью программного комплекса «ANSYS».

Особенность конструкции предкамеры заключается в том, что исследуется индивидуальная трубчатая предкамера, за основу конструкции которой взята камера сгорания вихревого противоточного типа.

Количество разработок и исследований горелочных устройств вихревого противоточного типа можно определить как недостаточно высокое. Это связано со сложной структурой сильно

закрученного потока вязкого сжимаемого газа, особенно высокотемпературного противоточного движения с переменным объёмным тепловыделением, и очень сложной структурой потока – для нестационарных потоков.

В процессе проведения теоретического исследования анализируется влияние геометрических параметров основных элементов предкамеры и режимных параметров на входе, оказывающих существенное влияние на структуру потоков в предкамере и входе в жаровую трубу основной камеры сгорания.

Использование программного комплекса «ANSYS» позволило получить и проанализировать в предкамере поля скоростей, температур и давлений, которые оказывают существенное влияние на размеры и характеристики основной КС.

Полученные результаты внесут вклад в методологию разработки аналогичных КС различной модификации, позволят сократить время их проектирования.

Планируется продолжение исследования аналогичных устройств в составе отсека многогорелочной кольцевой КС.

Список литературы

1. Новиков Н.Н., Ершова Е.А. Кольцевая камера сгорания газотурбинного двигателя и способ осуществления рабочего процесса. Патент №2624682, RU, 05.07.2016.

2. Новиков И.Н., Абросимова Е.А. Многогорелочная малоэмиссионная камера сгорания // Вестник РГАТУ имени П. А. Соловьева. 2015. №3(34). с. 24.

3. Ершова Е.А., Новиков И.Н. Применение многогорелочной камеры сгорания в двигателях летательных аппаратов // Сборник тезисов докладов международной научно-технической конференции, посвященной 95-летию гражданской авиации в России «Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества. – М., 2018. с.61.

4. Ершова Е.А., Новиков И.Н. Вихревые сильно закрученные потоки и их применение в предкамерах малотоксичной камеры сгорания газотурбинного двигателя // Сборник материалов 53-х научных чтений памяти К.Э. Циолковского. – Калуга, 2018. с. 201.

Оптимизационное исследование винглета небандажированной рабочей лопатки

Живирихин М.Л.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ремизов А.Е.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
JeyVee_xai@mail.ru

В последнее время наиболее значимые достижения в области газодинамического совершенствования турбин проявляются на пути снижения негативного влияния не устраняемых паразитных эффектов, таких как генерирование в ступени вторичных и торцевых потерь.

Для турбин высокого давления перспективным средством снижения торцевых потерь в области радиального зазора рабочего колеса является частичное бандажирование лопатки, получившее название винглета (winglet). Винглеты применяются на законцовках аэродинамических поверхностей для снижения потерь кинетической энергии перетечки газа через радиальный зазор за счёт уменьшения градиента давления на периферийном участке лопатки.

В 2000-х гг. начали появляться публикации по исследованию различных форм и конфигураций винглетов [2–5]. В вышеупомянутых работах приведен качественный анализ геометрической конфигурации винглетов, при этом не уделено должного внимания количественной оценке, т.е. оценке влияния локального утолщения спинки и корытца в отдельности на эффективность ступени турбины. Ранее авторами предложен метод параметрического исследования геометрической конфигурации винглетов с равномерным утолщением профиля [1], в котором сформированы рекомендации к оптимальному проектированию винглета.

Целью данной статьи является совершенствование метода [1] посредством разработки оптимизационной модели винглета с неравномерным утолщением профиля, которая позволит снизить массу периферийной части рабочей лопатки при сохранении высоких критериев эффективности уплотнения радиального зазора, свойственных винглету с постоянной шириной.

По результатам оптимизационного исследования найдено множество вариантов геометрической композиции винглета. Решения, соответствующие максимальному КПД ступени, объединены в репрезентативную выборку.

Оптимизированный винглет с неравномерным утолщением является существенно эффективнее «равномерного» винглета. Можно пронаблюдать, что одинаковое повышение КПД $\Delta\eta^* = +0{,}22\%$ достигается при значительно меньшем приросте площади законцовки как следствие массы.

Наблюдается выигрыш по площади законцовки до трех раз (ΔF2 = 20.7% / 63.3% = 3.05 и ΔF3 = 29.2% / 86.3% = 2.96).

Гибкость параметрической модели позволила в ходе оптимизации добавить утолщение только в местах с наиболее интенсивным перетеканием газа в радиальном зазоре.

К наибольшему приросту КПД ступени приводит использование винглета со стороны спинки, до Δη*сп = +0.18%. Утолщение составило Δсп /t < 0.09 в районе выходной кромки лопатки.

Утолщение со стороны корытца не столь существенно влияет на КПД Δη*кор = +0.04%. Утолщение составило Δкор /t < 0.06 в районе середины корытца.

Физическая природа воздействия винглета на течение газа в рабочем колесе турбинной ступени, обеспечивающего увеличение КПД ступени, подтверждена результатами численного моделирования течения. Винглет со стороны спинки лопатки обеспечивает увеличение КПД ступени в основном за счёт отвода индуцированного вихря перетечки газа через радиальный зазор от спинки лопатки и ослабления его взаимодействия с пограничным слоем на спинке лопатки, что сопровождается уменьшением потерь энергии газа. Винглет со стороны корытца рабочей лопатки приводит к увеличению КПД ступени за счёт существенного снижения утечки через радиальный зазор при уменьшении скорости утечки в результате снижения градиента давления и увеличения пути торможения в зазоре.

Список литературы

1. Живирихин М.Л., Ремизов А.Е. Параметрическое исследование винглета небандажированной рабочей лопатки // Вестник РГАТУ им. П. А. Соловьева. 2018. №4(47). с.5.

2. Dey D., Camci C. Aerodynamic tip desensitization of an axial turbine rotor using tip platform extensions // ASME paper GT-0484, 1994.

3. Saha A.K. Blade tip leakage flow and heat transfer with pressure side winglet / Acharya S., Prakash C., Bunker R. // ASME paper GT-38620, 2003.

4. John D. Coull Winglets for improved aerothermal performance of high pressure turbines /, Nick R. Atkins, Howard P. Hodson // ASME paper GT-94425, 2003.

5. Naylor E. Numerical analysis of an industrial fan fitted with noise reduction devices / Amaral Teixeira J., Ivey P. C., Sheard A.G., Kinghorn I. R. // ASME paper GT-90845, 2003.

Методика контроля тягово-экономических характеристик турбореактивного двухконтурного двигателя в эксплуатации

Зайцев Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Париевский В.В.

МГТУ ГА, Москва

a-l-e-x93@yandex.ru

Двигатель – важнейшая составная часть конструкции любого самолета. Весь прогресс в самолетостроении определяется развитием в двигателестроении.

Отечественные двигатели эксплуатируются по определенной наработке, после которой необходимо снимать двигатель с эксплуатации; или же эксперты от компании – производителя дают оценку двигателя в компании, эксплуатирующей этот двигатель. Но все возможные проверки в итоге выполняются инженерно-техническим персоналом.

Анализ эксплуатации парка иностранных самолётов российскими авиакомпаниями показывает, что алгоритм обработки параметров двигателя с последующей оценкой работоспособности исправных узлов и деталей является закрытой информацией и осуществляется в специальных центрах обработки информации, принадлежащих разработчикам авиационной техники.

Для внедрения исследуемой методики необходимо провести исследование влияния коэффициента полезного действия элементов турбокомпрессорного модуля на тягово-экономические характеристики двигателя по мере выработки ресурса исправного двигателя; определить наиболее информативные внутри двигательные параметры газового потока, изменение которых позволит оценить изменение КПД турбокомпрессора и соответственно рассчитать тягово-экономические характеристики двигателя в процессе эксплуатации без снятия с самолета.

Определение информативных параметров будет выполняться по математической модели с использованием параметров уже существующего двигателя.

В настоящее время основные параметры и характеристики двигателей определяются по результатам комплекса специальных стендовых и лётных испытаний. После успешного завершения всего комплекса испытаний двигатель получает сертификат.

Переход к эксплуатации по техническому состоянию требует целого комплекса специальных мероприятий и развитой системы оценки технического состояния двигателя в составе силовой установки самолёта. Очевидно, что износ двигателя зависит от условий эксплуатации и у разных двигателей одного типа может быть различен. Например, двигатель, установленный на транспортном самолёте МЧС, участвующем в тушении пожаров, и такой же двигатель, установленный на магистральном пассажирском самолёте, изнашиваются по-разному при одинаковой наработке в часах. Поэтому, для перехода на эксплуатацию по техническому состоянию, необходимо создание информационно-диагностической системы, включающей в себя измерение параметров, характеризующих работу двигателя, с регистрацией на бортовом накопителе с последующей обработкой в инженерном центре. При этом каждый двигатель должен иметь индивидуальный электронный паспорт, сопровождающий его от завода-изготовителя до утилизации.

Для оценки износа узлов и деталей, определяющих ресурс двигателя, нужен методический подход, позволяющий оценивать их повреждение по мере наработки. При больших ресурсах двигателя (более 20000 часов) возникает вопрос о контроле тяги и удельного расхода топлива при исправном двигателе. Эта задача решается с использованием системы измерения параметров газового потока в проточной части турбокомпрессора и математической модели двигателя, что позволяет дать оценку тягово-экономическим характеристикам двигателя в составе силовой установки самолёта. Но ограниченное число точек измерения не позволяет с требуемой точностью определить параметры газового потока в проточной части турбокомпрессора.

Поэтому предлагается создание такой информационно-диагностической системы, которая предполагает индивидуальный электронный паспорт каждого двигателя с занесением измеренных параметров при сдаточных испытаниях и при первой постановке на самолёт. При этом вводятся коэффициенты, связывающие эти величины с параметрами, полученными по результатам математического моделирования.

После выработки определённого ресурса, в наземных условиях выполняется гонка двигателя, и полученные результаты измерения параметров газового потока в проточной части турбокомпрессора используются в математической модели двигателя для оценки тренда его тягово-экономических характеристик. Результаты данного исследования позволят инженерно-техническому персоналу при периодических проверках технического состояния самолета оценивать состояние двигателя и его тягово-экономические характеристики без снятия двигателя с самолета (с эксплуатации) по внутридвигательным параметрам. Этот информационно-диагностический метод контроля двигателя позволит оценивать авиадвигатель, более детально во всех авиакомпаниях, эксплуатирующих отечественные авиадвигатели.

Рассмотренная методика контроля тягово-экономических характеристик позволит проектировать будущие отечественные авиадвигатели с новой информационно-диагностической системой и выйти отечественному двигателестроению на новый современный уровень.

Разработка методики сертификационных испытаний топливной системы самолета МС-21 при различных режимах работы двигателя

Зияева Н.И.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Афанасьев В.А.
МАИ, Москва
naraziyaeva@gmail.com

Для проверки соответствия топливной системы (ТС) требованиям нормативных документов проводится её сертификация. Эти требования относятся к обеспечению безопасности окружающей среды при использовании ТС. Для проведения стендовых сертификационных испытаний ТС основополагающими документами являются Авиационные правила (АП), Часть 21 и Часть 25.

Указанные в АП-25 требования говорят о том, что каждая топливная система должна быть спроектирована и выполнена таким образом, чтобы обеспечивалась подача топлива с расходом и давлением, установленными для нормальной работы двигателей во всех маневрах, на которые запрашивается сертификат и в течение которых разрешена их работа.

Для проведения испытаний топливной системы самолета МС-21 предназначен комплексный стенд с использованием натурных агрегатов топливной системы самолета и двигателей, полной имитацией геометрических параметров топливной системы (длина, диаметры и конфигурация трубопроводов) и частичной имитацией топливных баков (количество, конфигурация и относительное расположение топливных баков и отсеков).

Проведенные стендовые испытания позволяют:

• Сократить объем наземных и летных испытаний топливной системы на самолете;

• Провести проверку функционирования и получение рабочих характеристик топливной системы самолета МС-21 в ожидаемых условиях эксплуатации как в штатных режимах работы системы, так и в отказных ситуациях;

• Получить предварительное заключение о готовности топливной системы к первому вылету самолета;

• Получить предварительную оценку соответствия топливной системы самолета требованиям норм летной годности транспортной категории по соответствующим пунктам сертификационного базиса.

В работе рассмотрена методика проведения сертификационных испытаний топливной системы самолета МС-21 при различных режимах работы двигателя; предложена измерительная система для определения рабочих параметров подсистем при испытаниях на наземном стенде, оснащённая современными средствами измерения таких параметров как температура, давление и расход топлива.

Разработка методики сертификационных испытаний по оценке работоспособности газотурбинных двигателей в условиях внешних тепловых возмущений

Калугина Е.П.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Афанасьев В.А.
МАИ, Москва
zhenya.kalugina@mail.ru

Сертификация авиационного двигателя (АД) проводится для подтверждения его соответствия требованиям, предъявляемым законодательством РФ. Эти требования относятся к безопасности жизни, здоровья, имущества, окружающей среды при использовании АД. Для проведения стендовых сертификационных испытаний АД основополагающими документами являются Авиационные правила (АП), часть 21 и часть 33 [1,2].

Данные нормативно-технические документы описывают стандартные требования к летной годности для выдачи Сертификатов типа авиационных двигателей и Дополнений к этим Сертификатам. Указанные в АП-33 требования распространяются на газотурбинные и поршневые маршевые двигатели дозвуковых самолетов и винтокрылых аппаратов транспортной категории; легких самолетов и винтокрылых аппаратов нормальной категории, а также очень легких воздушных судов (ОЛВС) гражданского назначения.

Под работоспособностью газотурбинного двигателя (ГТД) в условиях внешних тепловых возмущений подразумевается способность его компрессора и камер сгорания (основной и форсажной) сохранять газодинамическую устойчивость и стабильность горения при возникновении на входе в двигатель неоднородных и нестационарных полей температур. Потеря устойчивости вызывается различными элементами ГТД: воздухозаборником, компрессором, камерой сгорания, турбиной и соплом. При этом в силу газодинамической связи потеря устойчивости в одном из элементов приводит к потере устойчивости ГТД в целом. Этот режим работы очень опасен, поскольку может приводить к поломкам лопаток компрессора, к обгоранию лопаток турбин и отказу двигателя.

Испытания преследуют следующие цели: определение предельно-допустимых уровней тепловых возмущений при работе двигателя на установившихся и переходных режимах; определение коэффициентов влияния тепловых возмущений на устойчивость компрессора двигателя; установление соответствия фактических значений предельно-допустимых тепловых возмущений их нормируемому уровню; оценка эффективности системы кратковременного повышения запасов устойчивости (СКПЗУ) и надежности и эффективности системы ликвидации неустойчивости с восстановлением исходного режима (СВР).

В работе рассмотрена методика проведения сертификационных испытаний ГТД в условиях воздействий внешних тепловых возмущений. Представлена схема компоновки ГТД на испытательном стенде. Предложена измерительная система для определения параметров газового потока по тракту ГТД при испытаниях на наземном стенде, оснащённая современными средствами измерения таких параметров, как температура и давление.

Обоснование необходимости управления сверхзвуковым воздухозаборником прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ПВРД) с целью повышения его эффективности

Касаткин М.М.
Научный руководитель — к.т.н. Грасько Т.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
grasko83@mail.ru

Благодаря простоте конструкции, высокой экономичности и способности развивать гиперзвуковые скорости прямоточные воздушно-реактивные двигатели (ПВРД) можно считать наиболее эффективными двигателями для авиации больших скоростей. Особое место при расчете и проектировании ПВРД занимает вопрос об организации многорежимности двигателя при изменении скорости и высоты полета летательного аппарата (ЛА) и возможности управления рабочим процессом.

При использовании в ПВРД нерегулируемых воздухозаборников на нерасчетных режимах полета, когда скорость набегающего потока больше расчетной величины, углы наклона скачков уплотнения в сверхзвуковом диффузоре уменьшаются и поверхности скачков попадают не на переднюю кромку, а внутрь горловины. При набегании невозмущенного потока на обнажившуюся кромку диффузора возникает волна разряжения, вследствие чего в двигатель попадает поток, поджатый в скачках уплотнения, и поток прошедший волну разряжения. При этом поля скоростей и давлений на входе будут резко неоднородными, что приводит к снижению коэффициента восстановления полного давления.

В случае когда скорость полета ниже расчетной, углы наклона скачков уплотнения возрастают и они перестают касаться входной кромки диффузора. На коническую поверхность сжатия начинает действовать повышенное давление, уменьшается площадь сечения, захватываемого двигателем набегающего потока и, как следствие, коэффициент расхода падает.

Вторая причина снижения коэффициента расхода входного устройства состоит в том, что площадь поперечного сечения горла сверхзвукового диффузора не способна обеспечить пропуск всего расхода воздуха, который мог бы войти в двигатель согласно обтеканию центрального тела. Перед диффузором образуется отошедшая ударная волна, которая перепускает часть расхода в обход кромки обечайки.

Отсюда возникает задача в организации управления входным устройством ПВРД – сверхзвуковым диффузором – таким образом, чтобы при различных скоростях полета ЛА обеспечивались наибольший для данного режима коэффициент расхода и коэффициент восстановления полного давления.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать плоский многоскачковый входной диффузор с центральным телом, содержащим подвижные поверхности сжатия с изменяемым углом установки относительно центральной оси, а также подвижные обечайки.

Исследование гибридной силовой установки с турбовальным двигателем в составе беспилотного летательного аппарата

Клюшкин С.А.
Научный руководитель — к.т.н. Зиненков Ю.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
yzinenkov@mail.ru

Работы, направленные на формирование облика силовых установок (СУ) беспилотных летательных аппаратов (БЛА), являются в настоящее время актуальными, что подтверждается активным развитием беспилотной авиации во всем мире. При этом, основные проблемы в развитии данного класса летательных аппаратов связаны как раз с разработкой СУ нового поколения. Повышение эффективности СУ на базе традиционных двигателей в перспективе будет невозможным, поэтому в различных научно-исследовательских организациях ведутся работы по поиску перспективных схем авиационных двигателей и СУ.

Одним из направлений повышения эффективности авиационной СУ является использование в ее составе совокупности различных типов двигателей и источников энергии. Такие СУ называются гибридными и, по предварительным расчетам, имеют ряд преимуществ перед традиционными СУ.

В данной работе рассматривается задача по оценке эффективности гибридной СУ для БЛА, состоящей из турбовального двигателя, который передает крутящий момент на генератор, вырабатывающий электрический ток для электромотора, вращающего воздушный винт, при этом в электроцепи установлен аккумулятор для дополнительного повышения мощности на режимах полета БЛА с максимальной тягой. Преимущество здесь может быть достигнуто за счет поддержания постоянной частоты вращения турбовального двигателя, то есть на режиме максимального КПД, а вся избыточная энергия поглощается накопителем и используется при необходимости. При этом большая часть полета проходит в режиме работы СУ на пониженных режимах работы, что и позволяет получать преимущество в экономичности. Для проведения данного исследования создается новый математический аппарат, описывающий работу новых элементов СУ. Также проводится оценка влияния эксплуатационных факторов на работоспособность электрической части СУ. Одним из значимых результатов работы ожидается теоретическое описание процессов совместной работы тепловой и электрической машины.

Оптимизация сверхзвукового входного устройства

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 является разработка высокоэффективной силовой установки. Одним из факторов, влияющим на его эффективность, является выбор входного устройства. Таким образом, повышение требований к характеристикам силовой установки летательного аппарата приводит к необходимости разработки пространственных воздухозаборников или воздухозаборников сложной формы.

При создании любого элемента летательного аппарата учитывается взаимодействие трех компонентов: конструирование, газодинамический расчет и технологическое обеспечение. Выбранный с точки зрения технологии вариант не является оптимальным и может потребовать дополнительной оптимизации.

Основными требованиями [2], предъявляемыми к входным устройствам, являются:

• Обеспечение высоких значений коэффициента сохранения полного давления;

• Создание равномерного потока на входе в двигатель или желаемой (допустимой) неравномерности;

• Минимальное аэродинамическое сопротивление;

• Минимальные габариты и вес;

• Обеспечение устойчивой и эффективной работы во всем требуемом диапазоне режимов полета и режимов работы двигателя.

Согласно [4] выбор входного устройства во многом зависит от расчетного числа М полета летательного аппарата, потребного диапазона отклонения чисел М от расчетного, места расположения силовой установки на летательном аппарате, типа применяемых двигателей и ряда других факторов.

В зависимости от расчётной скорости полета входные устройства можно разделить на три типа:

• Дозвуковые;

• Трансзвуковые;

• Сверхзвуковые.

В данной работе было рассмотрено сверхзвуковое осесимметричное входное устройство, модель которого была построена в программном комплексе Solid Works [1].

Основной задачей данной работы являлся расчет и оптимизация системы скачков уплотнения в сверхзвуковом входном устройстве. Под оптимальной будем понимать систему, имеющую максимально возможную величину коэффициента сохранения полного давления [3]. В качестве параметра оптимизации рассматривается положение первого скачка уплотнения за счет сдвига конуса воздухозаборника в осевом перемещении.

В результате расчета возможно провести оптимизацию проточной части воздухозаборника, имеющую оптимальное положение системы скачков, или уточнить геометрию проточной части входного устройства, которая будет лучше всего отвечать поставленным требованиям.

Развитие вычислительной техники и методики численного моделирования сделало возможным проведение оптимизационных расчетов, позволяющих решать проблему, изложенную выше. В работе оптимизационное исследование основано на применении методов вычислительной гидрогазодинамики в программном комплексе ANSYS CFX с использованием оптимизатора IOSO.

Список литературы
1. Алямовский А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике [Текст]: Собачкин А. А., Одинцов Е. В., Харитонович А. И., Пономарев Н. Б. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005 – 800с.
2. Агульник А. Б., Бакулев В. И., Голубев В. А., Кравченко И. В. Термогазодинамические расчеты и расчет характеристик авиационных ГТД. –М.: Изд-во МАИ. 2002.
3. Borovikov A., Gavriliouk V., Gilevich I., Duganov V., Khokhlov A., Stepanov V. Gasdynamic design of supersonic and hypersonic airframe integrated inlets and nozzles //AIAA Paper. - 96-4549, 1996.
4. Глаголев А.Н. Конструкция самолетов [Текст]: Глаголев А.Н., Гольдинов М.Я., Григоренко С.М. 1975. - 480с.

Исследование эрозионной стойкости покрытий, полученных на алюминиевых сплавах АК4-1 методом микродугового оксидирования

Кожевников Г.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ляховецкий М.А.
МАИ, Москва
glebabass@mail.ru

В авиационном двигателестроении использование алюминиевых сплавов связано с их низким удельным весом, хорошими прочностными свойствами, великолепной технологичностью и низкой стоимостью. Но постоянное стремление разработчиков двигателей к повышению КПД привело к замене алюминиевых элементов вращающихся частей двигателя на титановые, имеющие лучшие прочностные характеристики. Поэтому на большинстве гражданских двигателей из алюминиевых сплавов изготавливаются только части коробок агрегатов и САУ. Единственной компанией, использующей алюминиевые сплавы в компрессоре ГТД, является Pratt & Whitney благодаря внедрению редуктора, соединяющего КНД и вентилятор, который уменьшает окружную скорость вентиляторных лопаток, что позволяет снизить нагрузку и применить более дешевую технологию их производства. Преимуществом алюминиевых вентиляторных лопаток, помимо цены, является снижение веса и возможность использования более тонкой кромки, что позволяет получить более эффективные аэродинамические свойства вентилятора [1].

В процессе эксплуатации элементы ГТД в условиях запыленности воздуха подвергаются эрозии – разрушению поверхности материалов вследствие механического воздействия высокоскоростного потока жидкости, газа или пара. Воздействие твердых частиц наиболее опасно для вентиляторных лопаток, лопаток компрессора низкого давления, крыльчаток, рабочих и сопловых лопаток газовых турбин т.д. [2].

Одним из способов защиты элементов ГТД от эрозии является формирование на их поверхности покрытий. Для алюминиевых сплавов одним из перспективных способов защиты от эрозии является метод микродугового оксидирования (МДО), формирующий на поверхности детали композитный керамический слой с хорошей адгезией [3].

В работе проводится исследования эрозионной стойкости МДО покрытий, полученных на алюминиевом сплаве Д16 в силикатно-щелочном электролите при различных режимах с использованием матрицы планирования эксперимента.

Список литературы
1. Thierry Dubois. Pratt, Alcoa Pioneer Use of Aluminum Fan Blades. URL: https://www.ainonline.com/aviation-news/air-transport/2014-07-28/pratt-alcoa-pioneer-use-aluminum-fan-blades
2. Эрозионная стойкость авиационных материалов к воздействию твердых(пылевых) частиц. [Текст] / Ерасов В.С., Котова Е.А. // Авиационные материалы и технологии. 2011. №3.
3. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. Т. 2. Монография. [Текст] / Под ред. Суминова И.В..–М.: Техносфера, 2011.

Предварительные результаты экспериментального исследования модификации трубчатой вихревой противоточной камеры сгорания

Комова О.В., Комова А.В., Терехова А.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Новиков И.Н.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
olya.comova2015@yandex.ru

Актуальность экспериментального исследования вихревых противоточных камер сгорания (ВПКС) определяется потребностью создания энергетически, экологически и экономически эффективных устройств и установок, использующих ВПКС в основе своей конструкции, например газотурбинных установок (ГТУ) с выносными камерами сгорания (КС), работающих на различных топливах, включая забалластированное и комбинированное по фазе и составу топливо, обладающих повышенной надёжностью конструкции; технологичностью в изготовлении и эксплуатации; невысокой себестоимостью изготовления и эксплуатации; достаточно низким уровнем выбросов. Современного состояния экспериментальных исследований ВПКС не достаточно для широкого их применения в промышленности, хотя актуальность и новизна таких исследований не вызывает сомнений.

Цель работы на данном этапе: предварительное проведение экспериментального исследования одной из модификаций ВПКС на различных видах топлива, включая забалластированные топлива как горючими, так и негорючими компонентами.

Решались следующие задачи: получение некоторых оценочных характеристик ВПКС при работе на газообразном топливе (пропан), на жидком топливе (дизельное топливо), на газообразном забалластированном топливе (дизельное топливо и вода). На следующем этапе предполагается проведение испытаний КС на смеси жидкого топлива (пропан), воды и угольной пыли, а также низкопотенциальных газов (пиролизный газ, синтез-газ и др.)

Экспериментальное исследование ВПКС было проведено на экспериментальном стенде ООО «Новая Энергия» (город Рыбинск) непосредственно авторами представленных тезисов.

Получены следующие результаты: температура и тепловая мощность продуктов сгорания на выходе из сопла КС в зависимости от вида топлива, коэффициента избытка воздуха и содержания балластных компонентов; уровень CO, CXHY; получено распределение температуры на внешнем корпусе КС; определены пусковые и срывные характеристики.

Полученные авторами результаты, а также результаты других разработок и исследований [1] – [4] показали перспективность ВПКС применительно к КС ГТД. Кроме того, модификации аналогичных КС доказали их работоспособность в течение нескольких лет на действующих промышленных установках. Всё это свидетельствует о необходимости дальнейших теоретических и экспериментальных исследований различных модификаций ВПКС для применения в КС ГТД или в качестве выносной КС ГТУ и в других теплоэнергетических установках, а также во вспомогательных агрегатах энергообеспечения.

Список литературы

1. Новиков И. Н. Исследование камеры сгорания вихревого противоточного типа [Текст] / И. Н. Новиков // Дис.канд. техн. наук: шифр спец. 07.05.07: защищено 26.04.06: утверждено 28.07.06 / Новиков Илья Николаевич. – Рыбинск: РГАТА им. П.А. Соловьёва, 2006. – 273 с.

1. Новиков Н.Н., Ершова Е.А. Кольцевая камера сгорания газотурбинного двигателя и способ осуществления рабочего процесса. Патент №2624682, RU, 05.07.2016.

2. Новиков И.Н., Абросимова Е.А. Многогорелочная малоэмиссионная камера сгорания // Вестник РГАТУ имени П. А. Соловьева. 2015. №3(34). С. 24.

3. Ершова Е.А., Новиков И.Н. Применение многогорелочной камеры сгорания в двигателях летательных аппаратов // Сборник тезисов докладов международной научно-технической конференции, посвященной 95-летию гражданской авиации в России «Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и обществ – М., 2018. С.61.

4. Ершова Е.А., Новиков И.Н. Вихревые сильно закрученные потоки и их применение в предкамерах малотоксичной камеры сгорания газотурбинного двигателя // Сборник материалов 53-х научных чтений памяти К.Э. Циолковского. – Калуга, 2018. С. 201.

Разработка методик расчёта тепловых процессов в авиационных моторных маслах для двигателей и энергоустановок летательных аппаратов

Львов М.В., Каськов А.С., Шигапов Р.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Алтунин В.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
valmih14@yandex.ru

В работе показаны сложные термодинамические условия, в которых находятся авиационные моторные масла в двигателях и энергоустановках (ЭУ) летательных аппаратов (ЛА). Современные системы смазки должны надёжно обеспечивать: смазку подвижных деталей; охлаждение нагретого масла; фильтрацию, очистку и восстановление многоциклового масла; прокачку масла по всем каналам смазки и охлаждения; работу системы контроля за работой системы смазки.

Одним из опасных тепловых процессов в моторных авиационных маслах является процесс осадкообразования, из-за которого происходят: аварийные ситуации, связанные с закоксовыванием маслоподающих и маслоохлаждающих каналов, масляных форсунок и масляных фильтров; преждевременные и несанкционированные выходы из строя масляных систем и самих двигателей и ЭУ ЛА; срывы и невыполнение поставленных полётных задач; возникновение пожаров и взрывов двигателей, а также самих ЛА. Поэтому экспериментальные исследования тепловых процессов в существующих авиационных моторных маслах и разработка новых конструктивных схем систем смазки двигателей ЛА воздушного и аэрокосмического базирования являются актуальными и необходимыми.

Экспериментальные исследования показали, что одним из способов борьбы с осадкообразованием в авиационных моторных маслах являются электростатические поля (Е).

На основе результатов экспериментальных исследований:

а) разработаны и запатентованы новые конструктивные схемы маслоподающих и маслоохлаждающих каналов, масляных форсунок и фильтров (без применения (Е), с применением (Е), гибридно), системы контроля за работой системы смазки (с выводом оперативных данных на табло лётчика-космонавта и наземного оператора, в бортовой и наземный компьютеры);

б) разработаны новые методики расчёта тепловых процессов в авиационных моторных маслах для различных двигателей и ЭУ ЛА.

Использование материалов работы будет способствовать созданию новых систем смазки двигателей ЛА воздушного и аэрокосмического применения повышенных характеристик по надёжности, ресурсу, безопасности, живучести, экономичности и экологичности.

Работа сопровождается новыми запатентованными конструктивными схемами систем смазки и контроля перспективных двигателей ЛА воздушного и аэрокосмического применения.

Исследование конструктивных методов совершенствования системы охлаждения и подвода охлаждающего воздуха к рабочей лопатке турбины высокого давления ТРДДф

Малиновский И.М., Минченко А.Д., Аббаварам Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеренко В.Г.
МАИ, Москва
driven95@gmail.com

В современных системах охлаждения высокотемпературных турбин газогенераторов ТРДДф для снижения температуры рабочих и сопловых лопаток, как правило, используется воздух, отбираемый за компрессором. Очевидно, что для лопаток, в которых внутренняя полость разделена перегородками на переднюю и заднюю часть системы охлаждения, где выпускается в проточную часть при разных противодавлениях газа, обтекающего перо лопатки, отобранный в компрессоре охлаждающий воздух может иметь разные давления. Целесообразно во внутреннюю полость охлаждаемых лопаток подводить воздух с разными величинами давлений: на входную кромку – с большим давлением, а на выходную кромку – с меньшим давлением, обеспечивая необходимую величину перепада давлений в каналах плёночного охлаждения лопаток. Этот перепад зависит также и от потерь давления, имеющих место при входе воздуха в полость лопатки, поэтому необходимо оптимизировать тракт подвода охлаждающего воздуха на всём протяжении от места его отбора в компрессоре до входа в каналы охлаждения, расположенные на внутренней стенке лопатки.

Вторая проблема заключается в обеспечении максимальной эффективности охлаждения отбираемого в компрессоре воздуха, который охлаждается в воздухо-воздушном теплообменнике,

установленном в наружном контуре ТРДДф. Этот теплообменник должен иметь не только высокий уровень интенсивности охлаждения, но и минимум гидравлического сопротивления воздуху, обтекающему его с наружной поверхности. Охлаждаемый воздух проходит внутри ВВТ и после охлаждения поступает на вход в рабочую лопатку газогенератора ТРДДф. Этот подвод может быть односторонним или двухсторонним, что является предметом оптимизации при проектировании новой системы охлаждения.

Рассмотрим проблемы, которые необходимо решать при выборе той или иной схемы подвода охлаждающего воздуха. Если в системе охлаждения необходимо прекращать подвод охлаждающего воздуха на крейсерском режиме работы двигателя, то подвод охлаждающего воздуха к рабочей лопатке должен быть двухсторонним в передней и задней части диска рабочего колеса турбины. Тогда на крейсерском режиме работы двигателя мы имеем возможность сохранить плёночное охлаждение входной кромки пера лопатки, иначе в полость лопатки зайдёт горячий газ и сожжёт эту часть пера. В то же время выходная кромка пера может иметь минимальную протечку охлаждающего воздуха, что обеспечит существенное повышение КПД ступени турбины на режиме максимальной экономичности. Проведенные численные исследования описанных выше вариантов проектирования показали, что температура охлаждаемого воздуха для несущей части пера лопатки может быть уменьшена на 10-15%, а снижение расхода охлаждающего воздуха – примерно вдвое, что повысит КПД турбины. Внедрение указанных выше мероприятий обеспечивает повышение ресурса и надёжности турбин современных ТРДДФ.

Список литературы

1. Иноземцев А. А., Нихамкин М. А., Сандрацкий В. Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. – М.: Машиностроение, 2008.

2. Сиротин Н. Н., Новиков А. С., Пайкин А. Г., Основы конструирования, производства и эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей и энергетических установок в системе CALS технологий: Учебник: В 3-х кн. – М.: Наука, 2012.

Разработка концепции перспективного самолета с гибридной силовой установкой

Марахова Е.А.
Научный руководитель — Филинов Е.П.
Самарский университет, Новокуйбышевск
19me@bk.ru

На сегодняшний день неуклонный рост объёмов перевозок воздушным транспортом приводит к загрязнению окружающей среды продуктами сгорания авиационных топлив. Одной из основных задач ставится уменьшение уровня загрязнения атмосферного воздуха. Существенно повысить экологическую безопасность воздушного транспорта позволит применение силовой установки, создающей тягу электроприводными винтами с питанием от аккумуляторных батарей.

В соответствии с обзором, проведенным Isikveren и Schmidt с упором на цели Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA), для снижения выбросов CO_2 на 60% предполагается получить 51% от перехода к комбинированному самолету и силовой установке (СУ), а 9% – от улучшенной организации полетов и повышения эксплуатационной эффективности. Если же смотреть в будущее, то в 2050-м году общее 75% - ное сокращение выбросов CO_2 произойдет на 68% от перехода к комбинированному самолету и СУ, а остальные 7% – от улучшенной организации полетов и повышения эксплуатационной эффективности. Данные, собранные по различным исследованиям, показали, что силовые установки требуют повышения эффективности примерно на 80% по сравнению с 2000 годом.

Предполагается, что модернизация газовых турбин, основанных на классическом цикле Джоуля – Брайтона, путем введения промежуточного охлаждения и рекуперации, а также рост степени двухконтурности и открытый ротор приведут к улучшению эффективности примерно на 50%. Другие опубликованные исследования указывают на то, что сокращение выбросов через модернизацию планера не предполагает значений выше 25%. Отсюда можно сделать вывод, что переход к электронным силовым установкам может иметь высокий потенциал для достижения целей по эмиссии на 2035 год. Помимо этого, для достижения сверхнизких или даже нулевых уровней выбросов необходимо переходить на полностью электрическую силовую установку. Использование электрической тяги в гибридных самолетах позволит добиться экономии в расходе топлива относительно современных самолетов благодаря дополнительной свободе в расположении электродвигателей и созданию принципиально новых аэродинамических схем.

Чтобы обеспечить постоянную актуальность и успех всей такой исследовательской деятельности, внедрение систем сверхмалых выбросов следует рассматривать как связанную междисциплинарную проблему, при этом любые изменения, связанные с новыми конструктивными подходами, должны охватывать следующие вопросы:

1. Генерация и/или хранение электрической энергии, включая синергию с планером.
2. Полностью интегрированное управление СУ и воздушным судном.
3. Интегрированные программы (система управления окружающей средой внутри самолета, система приземления и авионика).

Интегрированная в планер распределенная силовая установка минимизирует аэродинамическое сопротивление и уменьшает площадь омываемой потоком поверхности. Это улучшает крейсерские характеристики и снижает массу конструкции по сравнению с классической системой (подвес в мотогондоле). Кроме того, интегрированные двигатели приближают линию действия тяги к центру тяжести, тем самым уменьшая момент тангажа.

Экологическое преимущество разрабатываемого объекта связано с тем, что, во-первых, гибридные силовые установки позволяют снизить расход топлива относительно современных самолетов, во-вторых, в результате сжигания водорода и электрохимической реакции в водородных топливных элементах образуется водяной пар.

Экономические преимущества разрабатываемого объекта планируется получить за счет повышения КПД силовой установки на 20 … 30% и снижения массы энергоносителя в 2 … 3 раза относительно образцов современной авиационной техники.

Масса целевой нагрузки перспективного самолета с гибридной силовой установкой прогнозируется на 30–40% большей, чем у современных самолетов, работающих на керосине, при одинаковой дальности полета и взлетной массе. Это создает возможность проектирования образцов авиационной техники с качественно лучшими экономическими характеристиками.

Дальнейшая реализация концепции может способствовать повышению обороноспособности страны и безопасности государства за счет увеличения дальности полета и массы целевой нагрузки перспективных авиационных комплексов.

Список литературы

1. Superconducting electrical system (US 20130082518 A1), автор Edwards, Huw Llewelyn (Rolls-Royce plc, опубликован 24.09.2012).
2. Hyperjet superconducting turbine blisk propulsion and power generation (US201562178358P 20150407) автор Lugg Richard H. (опубликован US 07.04.2016).
3. Aircraft propulsion system (20160355272) автор Moxon Matthew (Rolls-Royce plc, опубликован 10.04.2016).
4. Gas-electric propulsion system for an aircraft (20160214727) автор Hamel; Jeffrey Anthony, Murrow; Kurt David. (General Electric Company, опубликован 15.12.2015).
5. Distributed propulsion system and method of control (US 20130094963 A1), автор Rolt; Andrew Martin. (Rolls-Royce plc, опубликован 04.10.2012).

Постановка задачи многокритериальной оптимизации параметров рабочего процесса авиационного газотурбинного двигателя

Матвеев А.А.
Научный руководитель — Филинов Е.П.
Самарский университет, Самара
matvey2090@bk.ru

Проектирование самолета является очень сложным и дорогостоящим процессом, включающим в себя, в том числе, проектирование и создание силовой установки. Перечень летно-технических параметров и характеристик самолета определяется его назначением. Так, для пассажирских и транспортных самолетов при задании летно-технических характеристик необходимо указать основные параметры крейсерского режима – крейсерскую скорость и высоту полета, а также взлетно-посадочные характеристики – посадочная скорость, длина разбега. В зависимости от габаритных характеристик самолета, его массы и тяговооруженности и пр. он имеет соответственные значения длины разбега и пробега. Взлетно-посадочные характеристики напрямую зависят от параметров согласования самолета и двигателя (удельная нагрузка на крыло и относительный размер силовой установки). Согласованность проектирования планера и силовой установки напрямую влияет на безопасность конечного продукта, поэтому уже на начальном этапе проектирования двигателя к нему

предъявляются требования при взлете и посадке. К этим требования относится потребная длина взлетно-посадочной полосы(ВПП).

В современных реалиях проектирование силовой установки в системе двигателя осуществляется на основе выбора предполагаемых характеристик летательного аппарата и нахождения зависимости от параметров рабочего процесса. Затем устанавливается допустимая степень отклонения от выбранных критериев и определяется граница области компромиссов, на которые затем накладываются ограничения. От экономических критериев (они являются самыми важными) осуществляется переход к массовым критериям, от них к летно-техническим. Целью данной работы является определение степени влияния использования в качестве параметров оптимизации на этапе концептуального проектирования двигателя длины потребной ВПП и экономичности будущего ЛА (планируется исследование влияния на внешний вид, удельную массу и т.д.). Экономический параметр (потребное количество топлива на перевоз одного пассажира или же одной тонны коммерческого груза) вводится для получения наибольшей эффективности на крейсерском участке полета. В данном случае планируется одновременная оптимизация по двум переменным и наивыгоднейшего соотношения Ст/км и потребной LВПП[2].

Еще при обозначении концепции самого самолета определяются область его применения и основные технические характеристики, на основании которых вычисляется тяга двигателей, необходимая для выполнения взлета самолета на взлетном участке за определенный промежуток времени. Взлетный участок включает в себя длину разбега и длину участка, на котором самолет в процессе разгона набирает безопасную высоту. При концептуальном проектировании двигателя для нового самолета длину взлетного участка можно использовать для оценки параметров будущей силовой установки и приблизительного их вычисления. Так, знание потребной длины ВПП позволяет получить на самых первых этапах проектирования значения тяговооруженности двигателя и сравнить их с первоначальными значениями для уточнения тяги самолета[1].

Выбор соотношения между переменными Ст/км и LВПП дает примерное представление об облике будущего ЛА и цели его создания. Если необходимо спроектировать самолет для эксплуатации его в горных районах, где длинна ВПП ограничена ландшафтом, что задает жесткие ограничения на потребную ВПП и время взлета, то LВПП принимается за константу и расчет производится относительно нее; или же есть необходимость создать транспортный самолет для перевозки тяжелых грузов (военная техника и прочее) – тогда ограничения уже накладываются на вторую величину.

В качестве результатов данной работы рассматривается выяснение зависимости между экономическими и взлетно-техническими параметрами самолета и выявление влияния их на характеристики самолета и его внешний вид. Планируется также выяснить влияние ввода дополнительной целевой функции при проектировании ГТД и сравнить результаты с классической оптимизацией по параметрам рабочего процесса.

Список литературы

1. Югов О.К. Основы интеграции двигателя и самолета // О.К. Югов, О.Д.Селиванов. – М.: Машиностроение, 1989. С. 145-155.

2. Белоусов А.Н., Бочкарев С.К., Григорьев В.А. [и др.] Основы теории, расчета и проектирования воздушно-реактивных двигателей. – М.: Машиностроение, 2011. С. 143-151.

Расчет параметров пиротехнического тормозного устройства для парашютно-реактивной системы

Мещеряков Е.О., Комаров Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Родионов А.В.
МАИ, Москва
Usst9111@yandex.ru

При проведении специальных операций возникает необходимость оперативной доставки грузов небольшой массы (до 3000 килограммов) в районы рассредоточения своих войск. Также проблематична доставка груза в высокогорные районы в связи с высокой разреженностью атмосферы, а также в сложных метеоусловиях при высокой турбулентности атмосферы.

Для решения таких задач предлагается доставку грузов осуществлять в малогабаритных контейнерах самолетами оперативно-тактической авиации с внешних точек летательного аппарата; также не исключена возможность десантирования грузов в малогабаритном контейнере беспилотными летательными аппаратами.

Для эффективного приземления контейнера с грузом на завершающем этапе десантирования предлагается использовать пиротехническое тормозное устройство с пороховыми зарядами. Для

расчета тяги, формы и необходимого количества пороховых зарядов был проведен анализ массы и скорости снижения (кинетической энергии) десантируемого контейнера с грузом. Масса груза рассматривалась от 500 до 3000 килограммов, а скорость снижения от 4 до 10 м/с. Так как масса контейнера может быть разной из-за различного вида его снаряжения, то возникает и вопрос регулирования общей тяги пиротехнического тормозного устройства.

В результате проведенных анализа и расчетов была предложена схема с симметричным размещением пороховых зарядов пиротехнического тормозного устройства в хвостовой части контейнера. Регулирование тяги пиротехнического тормозного устройства – дискретное, и осуществляется путем установки на земле разного количества пирозарядов.

Таким образом, применение пиротехнического тормозного устройства для контейнера малогабаритных грузов в общем позволит повысить точность десантирования и плавность приземления груза.

Расчеты тяги и количества пирозарядов пиротехнического тормозного устройства позволили произвести оптимальное регулирование тяги в зависимости от массы груза.

Список литературы

1.Бобров В.Н., Плиплин А.А., Родионов А.В. Влияние изменчивости показателя преломления атмосферы на точность решения задачи прицеливания // Межотраслевой научно-технический журнал «Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России». 2018. №1. С. 32-36.

2.Плиплин А.А., Родионов А.В. Малогабаритный контейнер десантирования грузов с внешних точек подвески летательного аппарата // Межотраслевой научно-технический журнал «Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России». 2016. №3. С. 79-82.

3.Родионов А.В., Плиплин А.В. Обоснование необходимости создания специального БПЛА, обеспечивающего десантирование грузов // Межотраслевой научно-технический журнал «Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России». 2016. №2. С. 104-107.

Остаточные напряжения в поверхностных слоях лопаток компрессора высокого давления из титановых сплавов, полученные в результате обработки сильноточными импульсными электронными пучками

Мохвов В.С., Белыхов Р.В., Минченко А.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Теряев Д.А.
МАИ, Москва
mokhov93@yandex.ru

Производство авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) является одной из наиболее приоритетных и наукоемких областей авиастроения. Соответствие требованиям по надёжности, газодинамической устойчивости, экономичности, минимальной массе, ресурсу, конкурентоспособности и экологичности – приоритетная задача для современной двигателестроительной области.

Необходим комплексный подход для решения данных задач, включающий в себя улучшение аэродинамических и термодинамических характеристик двигателя, улучшение конструкции, а также внедрение новых конструкционных материалов, совершенствование технологий изготовления деталей и узлов, модификации поверхностного слоя и нанесения покрытий.

Особую роль в авиационном двигателестроении играют титановые сплавы, являющиеся основными конструкционными материалами в отрасли. Высокая прочность и коррозионная стойкость при относительно низкой плотности являются качественными характеристиками, которыми должен обладать современный конструкционный материал. Этим свойствам соответствуют титановые сплавы, из которых изготавливают высоконагруженные узлы и детали ГТД.

Одним из основных требований к современным ГТД является получение высоких прочностных и эксплуатационных показателей, которые зависят от состояния поверхностного слоя деталей. Поверхностный слой высоконагруженных узлов и деталей ГТД должен соответствовать высоким показателям твердости и коррозионной стойкости.

Электронно-лучевая обработка является перспективным методом модификации поверхностного слоя различных изделий. Обработка сильноточными импульсными электронными пучками (СИЭП) дает возможность модифицировать структуру и морфологию поверхности, а также фазовый и химический составы. В процессе обработки СИЭП происходит формирование оптимальных по уровню и глубине распределения остаточных сжимающих напряжений, создание равномерного микрорельефа с шероховатостью Ra=0,2…0,1 мкм. Совокупность этих изменений позволяет повысить выносливость, ресурс, коррозионную стойкость и надежность лопаток ГТД.

Плотность энергии (w) в импульсе является главным параметром облучения СИЭП. С увеличением плотности энергии (w) в поверхностных слоях облучаемых мишеней происходят следующие процессы: кратерообразование, абляция, испарение, очистка поверхностного слоя от органических и примесных компонентов, а также углерода и кислорода. Эти процессы приводят к модификации свойств поверхностного слоя облучаемых мишеней. Выбор оптимального режима обработки зависит от материала и поставленных задач.

Режимы обработки можно разделить на следующие категории:

• «Режим термообработки» – w=16-18 Дж/см2;

• «Режим плавления» – w=18-20 Дж/см2;

• «Режим кратерообразования» – w=18-20 Дж/см2;

В работе рассмотрено исследование режимов поверхностной обработки СИЭП титановых сплавов, сделаны выводы о наиболее перспективных режимах электронно-лучевой обработки и области их применения в авиационном двигателестроении.

Сопряженный теплогидравлический расчёт второго соплового аппарата высокотемпературной газовой турбины

Ненашев Д.А.
ПАО «Кузнецов», Самара
crashandflash@yandex.ru

Обеспечение допустимого температурного состояния сопловых аппаратов (СА) – одна из важнейших научно-технических проблем при создании и доводке ГТД [1]. Прогноз температурного состояния СА с достаточной степенью точности требует разработки алгоритма, включающего этапы гидравлического анализа внутренней системы охлаждения лопатки, определения граничных условий теплообмена внешнего обтекания профиля и решения задачи теплопроводности. Современные инструменты численного моделирования позволяют объединить данные задачи в одну, используя средства сопряжённого теплогидравлического анализа [2]. В работе представлен расчёт температурного состояния СА турбины среднего давления с использованием алгоритма, валидированного на предприятии ПАО «Кузнецов».

Алгоритм включает следующие этапы.

1. Создание объемной модели лопатки и газовоздушной области в программном комплексе NX.
2. Построение неструктурированной сетки для газовоздушного и твердотельного домена в программе ICEM CFD [3].
3. Задание граничных условий, формирование математической модели и проведение расчёта в ANSYS CFX.

В результате построены эпюры распределения температурных полей и проведен их анализ, на основе которого было принято решение о необходимости снижения температуры верхней полки до допустимого уровня.

Для снижения температуры верхней полки введено душевое охлаждение, реализованное установкой перфорированного экрана и увеличением давления на входе в систему. Наличие экрана способствовало струйному натеканию охладителя на полку, что привело к существенной интенсификации теплообмена. В результате максимальная температура верхней полки составила 1083 °С, что ниже предельно допустимой величины 1100 °С для материала ЖС6У. Введённое мероприятие, однако, имело побочный результат, заключающейся в подогреве охладителя и увеличении температуры пера в зоне выходной кромки до 1105 °С.

Из анализа изменения относительного массового расхода воздуха, выпускаемого в окнах, видно, что в области высоких температур газа имеют место минимальные расходы охладителя. В связи с этим можно предположить, что уменьшение значения пиковых температур в пере СА осуществимо за счёт введения мероприятий по перераспределению расходов во внутренних каналах.

Проведённый анализ температурного состояния одиночной сопловой лопатки по предельной эпюре температур на входе позволил выявить области возможного возникновения дефектов и ввести мероприятия по их устранению. Следующий этап работы заключается в расчёте блока СА из 3-х лопаток с использованием измеренной окружной неравномерности температуры. Полученное распределение температуры будет использовано при проведении анализа НДС и оценке ресурса СА.

Список литературы

1. Нагога Г.П. Эффективные способы охлаждения лопаток высокотемпературных газовых турбин: Учебное пособие. — М.: Изд-во МАИ, 1996. — 100 с.

2. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 488 с. — ISBN 978-5-9221-1182-9.
3. Янышев Д.С., Быков Л.В., Молчанов А.М. Сеточные модели для решения инженерных теплофизических задач в среде ANSYS: Учебное пособие. — М.: ЛЕНАНД, 2018. — 264 с.

Исследование трибологических свойств твердых смазочных покрытий, полученных путем магнетронного осаждения и атмосферного плазменного напыления

Николаев И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ляховецкий М.А.
МАИ, Москва
racer4500@yandex.ru

Повышение удельной мощности газотурбинных двигателей (ГТД), а также ужесточение условий эксплуатации приводит к увеличению вибронапряженности деталей и узлов современных ГТД. Все эти аспекты приводят к возникновению фреттинг-износа. (Фреттинг – это процесс изнашивания материалов, возникающий в результате малоамплитудных локальных возвратно-поступательных перемещений двух поверхностей друг относительно друга под действием высоких контактных нагрузок.) Процесс фреттинга, в условиях комплексной периодической нагрузки, характерной для элементов ГТД, может приводить к снижению их предела выносливости на порядок за счет образования концентраторов напряжения в зоне износа и стимуляции образования трещин. Для повышения фреттингстойкости деталей и узлов современных ГТД все большее применение находят сложные композитные покрытия, в том числе и твердые смазочные покрытия (ТСП).

Характерными особенностями ТСП является необходимость обеспечение низких коэффициентов трения при высокой износостойкости. Для выполнения этих функций используется многослойная структура покрытия [1,2], включающая в себя смазочные компоненты из различных материалов [3], износостойкую матрицу и переходные слои, позволяющие контролировать скорость износа и дозирования твердых смазок в зону контакта.

В работе в качестве ТСП исследовались многослойные покрытия TiPb/TiN-Pb, CrN/NbN, AlCrN, сформированные на подложке из титанового сплава ВТ9 методом магнетронного распыления. В качестве контртела использовалось молибденовое покрытие Mo, полученное атмосферным плазменным напылением. Испытания проводились [4] на разработанной на кафедре 205 машине трения модели 3308. Все эксперименты проводились при постоянной нормальной нагрузке F н = 30 Н и относительном перемещении в 2 мм. Частота перемещений составляла 5 Гц. Тип контактного взаимодействия – цилиндр/цилиндр.

Элементный состав и морфология разработанных покрытий и поврежденных поверхностей после трибологических испытаний исследовались на сканирующем электронном микроскопе Carl Zeiss EVO-40 с приставкой для энергодисперсионного анализа INCA (Oxford instr.). В ходе исследования было установлено, что наибольшему износу была подвержена пара трения TiPb/TiN-Pb -Mo. Наименьший износ был у образца из CrN/NbN-Mo.

Список литературы

1. Hogmark S., Jacobson S., Larsson M., Design and evaluation of tribological coatings Wear. – 2000.- V 246, Issues 1–2, P 20-33.
2. S. Hogmark, P. Hedenqvist, S. Jacobson, Tribological properties of thin hard coatings: demands and evaluation, Surf. Coat. Technol. 90 (1997) 247–257.
3. Лесневский Л.Н. Разработка покрытий типа «твёрдая смазка» для двигателей и энергоустановок летательных аппаратов // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2011. № 2. С.36-42.
4. Erdemir A. Solid Lubricants and Self-Lubricants Films, In the “Modern Tribology Handbook”, II, CRC Press, 2001. Pp. 787-825.

Особенности определения аэродинамических характеристик лопаточных венцов турбин низкого давления

Осокина Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ремизов А.Е.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
ye.osokina@yandex.com

К настоящему времени сформировался конструктивный облик турбореактивного двухконтурного двигателя (ТРДД) для дозвукового самолёта. Совершенствование конструктивной схемы ТРДД будет одной из задач двигателестроения на ближайшие годы.

Высокая степень двухконтурности и повышенные требования к акустическим характеристикам двигателя привели к необходимости увеличения среднего диаметра турбины низкого давления (ТНД) с целью сокращения количества её ступеней. Однако значительно сократить количество ступеней затруднительно. На сегодняшний день закладываются 7-ми ступенчатые ТНД. При такой компоновке ТРДД сократить осевую длину возможно только за счёт интегрирования первых ступеней ТНД в межтурбинный переходный канал (МПК), что приводит к появлению лопаточных венцов с подъёмом средней линии проточной части. Угол подъёма на первых ступенях может достигать 30°. Течение в таких лопаточных венцах отличается от течения в осевых решётках профилей, на основе исследования которых получены современные методы оценки аэродинамических характеристик лопаточных венцов (потерь и углов потока).

Использование численного моделирования в процессе проектирования на сегодняшний день нуждается в обязательной верификации. Исследования аэродинамических характеристик диагональных лопаточных венцов показывают, что необходимо разделять лопаточные венцы в зависимости от условий работы.

В данном исследовании было проведено численное моделирование в пакете ANSYS CFX с использованием SST модели турбулентности при дискретизациях сетки, рекомендованных для подобных расчётов. Также проведено экспериментальное исследование кольцевых модельных решёток на низконапорном аэродинамическом стенде.

Сопловой аппарат первой ступени ТНД нуждается в отдельном рассмотрении по следующим причинам: 1) работа в сложных условиях по входу (влияние агрессивного МПК и закрутки потока за турбиной высокого давления); 2) самый большой угол наклона проточной части, который уменьшается на последующих лопаточных венцах и может быть отрицательным на последних ступенях; 3) сопловой аппарат первой ступени ТНД имеет самую малую размерность с точки зрения аэродинамических характеристик профилей (вторичные течения проявляются наиболее сильно).

Результаты численного и экспериментального исследования профилей различной геометрии при их работе как совместно с МПК, так и без него показывают:

1) Потери в отдельном диагональном лопаточном венце увеличиваются с увеличением диагональности пропорционально геометрическим характеристикам решёток;
2) Потери в сопловом аппарате первой ступени ТНД в основном определяются предысторией потока, т. е. параметрами МПК;
3) При исследовании системы МПК + СА возможна оптимизация геометрических параметров этой системы с точки зрения снижения потерь энергии;
4) Определяющее влияние на потери в сопловом аппарате оказывает отрыв потока в переходном канале: если на входе в сопловой аппарат имеется область отрывного течения, потери в сопловом аппарате возрастают примерно в два раза. Поэтому оптимизация течения в переходном канале положительно скажется на уровне потерь энергии в сопловом аппарате.

Влияние высокотемпературной выдержки на микроструктуру и механические свойства никелевого сплава IN738LC

Ратенко О.А., Нагорная И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Петров Ю.В.
МГТУ ГА, Москва
ratenko.oleg@yandex.ru

Большое количество элементов конструкции газотурбинных двигателей выполнено из жаропрочных никелевых сплавов, поскольку они гарантируют необходимые эксплуатационные характеристики в условиях воздействия высоких температур.

В работе рассмотрено влияние высокотемпературной выдержки на микроструктуру и механические свойства никелевых сплавов. Была изучена деградация механических свойств, вызванная выдержкой при высоких температурах в зависимости от времени выдержки, установлена корреляция этих свойств с микроструктурными изменениями во время высокотемпературной выдержки.

С целью получения инструмента для оценки изменения свойств лопаток газовых турбин была поставлена задача: получить взаимосвязь деградации микроструктуры и механических свойств.

Для решения поставленной задачи производилось исследование сплава IN738LC. Данный сплав широко используется для производства лопаток ротора и статора турбин газотурбинных двигателей, поскольку он имеет высокие значения сопротивления ползучести и коррозионной стойкости. Микроструктура сплава IN738LC имеет следующий вид: основу сплава составляет γ-матрица, в которой расположены частицы упрочняющей γ'-фазы кубической формы, а также карбиды типа MC. В процессе эксплуатации при высоких температурах в результате реакций между частицами γ'-фазы и карбидами MC возможно формирование карбидов типа M23 C6, которые способствуют улучшению механических свойств путем формирования прерывного скольжения границ зерен.

Известно, что в процессе эксплуатации в лопатках турбин газотурбинных двигателей происходят микроструктурные изменения, вызванные комплексным воздействием механических нагрузок и высоких температур, изменяющих свое значение во времени. В частности, частицы γ'-фазы коагулируют, а карбиды формируют нежелательную непрерывную карбидную пленку вдоль границ зерен. Кроме того, возможно формирование хрупких ТПУ-фаз, таких как σ и μ. Указанные выше изменения в микроструктуре сплава приводят к потере таких важнейших механических свойств, как сопротивление ползучести и противодействие растрескиванию.

Для проведения испытания были выбраны заготовки из сплава IN738LC диаметром 13 мм и высотой 70 мм, полученные методом литья по выплавляемым моделям в вакуумно-индукционной печи и подвергнутые стандартной термической обработке. Химический состав сплава: Cr-16,5%, Co-8,98%, Ti-3,7%, Al-3,46%, W-2,58%, Mo-1,87%, Ta-1,9%, Nb-0,87%,

C-0,08%, Zr-0,03%, Ni- осн.

Представленные образцы выдерживались при температурах 871°C и 982°C в течение 1000 – 10000 часов. После этого проводились испытания на растяжение и разрыв, а затем с помощью сканирующего электронного микроскопа была изучена микроструктура деталей.

По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1.После высокотемпературной выдержки карбиды M23 C6 зарождались не только на границах зерен, но также и в самих зернах.

2.Частицы упрочняющей γ'-фазы округлились и поглотили близлежащие микродисперсные выделения γ'-фазы.

3.Модуль Юнга, предел текучести и предел прочности постепенно уменьшаются при увеличении температуры.

4.Предел текучести уменьшается при увеличении времени выдержки при высокой температуре.

5.Предел длительной прочности уменьшается при увеличении температур и времени выдержки при высоких температурах, что вызвано распадом карбидов по границам зерен и коагуляцией γ'-фазы.

Оценка эффективности различных типов двигателей 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

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) являются перспективным будущим авиации, а развитие авиационного двигателестроения для них открывает широкие возможности применения. Сейчас многие организации занимаются созданием БЛА различного назначения в широком диапазоне взлетных масс. Часто возникает вопрос, какой двигатель лучше поставить, для повышения эффективности разрабатываемого БЛА. То есть задача по оценке эффективности различных типов двигателей в составе силовой установки БЛА является актуальной.

На первом этапе работы автором был проведен анализ тактико-технических характеристик сорока БЛА отечественного и зарубежного производства с взлетной массой от 50 до 5000 кг. По результатам анализа набрана статистика по основным тягово-мощностным характеристикам, исходя из которых

принимается решение по использованию того или иного двигателя в составе авиационной силовой установки.

В качестве исследуемого объекта был выбран БЛА с взлетной массой 850 кг. Для его силовой установки рассматривались три типа двигателей: поршневой бензиновый, поршневой дизельный и роторно-поршневой. Далее была сформирована типовая программа полета с пятью участками: взлет, набор высоты, прямолинейный горизонтальный полет, снижение и посадка. В качестве критерия эффективности выбрана дальность полета. Процесс оптимизации был реализован с помощью метода непрямой статистической оптимизации на основе саморганизации.

В результате проведенного исследования самым эффективным оказался роторно-поршневой двигатель, имеющий оптимальный прирост дальности 15 %, а самым худшим вариантом в такой постановке задачи оказался дизельный двигатель, так как несмотря на лучшую экономичность его масса стала решающим фактором.

В дальнейшем планируется провести ряд исследований той же группы двигателей для разных типов БЛА, целью которых будет получение зависимостей, показывающих рациональность выбора схемы двигателя для разрабатываемого БЛА.

Исследование полей скорости при обтекании входной кромки лопатки турбины

Сковородкин Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Веретенников С.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
egor.skovorodkin@yandex.ru

При разработке сопловых лопаток газовой турбины особое внимание уделяется тепловому состоянию входной кромки вследствие формирования на выходе из камеры сгорания на переходных режимах с неблагоприятной эпюрой температуры с локальным максимумом до 1800 К. В результате на входной кромке лопаток образуются прогары, возникающие из-за низкой эффективности выдува охладителя, который в теории должен формировать устойчивый слой, защищающий лопатку от перегрева и, как следствие, сохраняющий целостность соплового аппарата.

Проблема решается за счет выдува струи охладителя с заданным импульсом для оттеснения потока горячих газов от поверхности лопатки. Это достигается за счет распределения расходов охладителя по отверстиям во входной кромке.

Натурные испытания сопловых аппаратов в составе двигателя не позволяют определить истинные причины возникающих прогаров. При отсутствии локальных температурных измерений единственным критерием эффективности охлаждения является состояние материала лопатки, в частности наличие или отсутствие прогара, следов перегрева материала.

Современные бесконтактные методы измерения, такие как PIV, позволяют в модельной постановке провести комплексное исследование структуры течения вблизи входной кромки с определением поля скорости и визуализацией выдува охладителя на различных режимах.

С целью идентификации структуры течения газового потока, обтекающего лопатку, в условиях его взаимодействия со струями охладителя, выдуваемыми из входной кромки, и определения двухмерных полей скорости разработан экспериментальный стенд, в который интегрирован пакет из трех лопаток, выполненных из полиамида. В работе представлены двухмерные распределения векторов скорости в определенной плоскости входной кромки перфорированной сопловой лопатки, полученные при различных расходах охладителя. Определены режимы, при которых пленка охладителя отрывается от поверхности входной кромки, а основной поток проникает под струи охладителя.

Влияние подачи перегретого водяного пара на процессы в камере сгорания газотурбинных установок

Сопин Я.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черкасов А.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
yaroslav_sopin@mail.ru

В настоящее время является весьма актуальной задача повышения лётно-технических характеристик летательных аппаратов, улучшения экономичности и экологичности их силовых установок. В качестве способа повышения эффективности рабочего процесса в камерах сгорания газотурбинных установок предлагается подавать в рабочую зону перегретый водяной пар.

Суть заключается в том, что горение углеводородного топлива происходит при высокой концентрации перегретого водяного пара. Когда пар, выходящий струёй, соприкасается с пламенем и подаётся в камеру сгорания, начинают происходить несколько реакций и процессов:

1.Происходит реакция паровой газификации. На выходе факел пламени уже практически не содержит никакой сажи. При высоких температурах связи в молекуле воды ослаблены, и углерод отрывает от неё элемент кислорода, вступая с ним в реакцию окисления. Окисляется та самая сажа, которая при обычных условиях должна была осесть на элементах конструкции. Можно выдвинуть предположение о применении менее качественного, углеводородного, топлива с повышенным сажеобразованием продуктов сгорания, которые в дальнейшем подвергаются окислению в среде пара. Также в результате реакции получаются свободные молекулы водорода, участвующие в процессе горения.

2.Часть перегретого пара подвергается термической диссоциации и разложению на составляющие компоненты, кислород и водород, которые интенсифицируют процесс сжигания углеводородного топлива в камере сгорания.

3. При взаимодействии пара с нагретыми металлическими стенками жаровой трубы в результате окислительно-восстановительных реакций выделяется некоторое количество водорода. Водород, суммарно выделившийся, во всех реакциях сгорает, повышая температуру пламени, и увеличивает суммарную тепловую энергию.

4. Подача перегретого водяного пара, обладающего высоким давлением и большой энергией, производит такой положительный эффект, как повышение объёмно-массового расхода рабочего тела через газовую турбину и реактивное сопло.

Для оценки эффективности подачи перегретого водяного пара, изменения параметров и визуализации рабочего процесса был изготовлен экспериментальный газотурбинный двигатель. За основу был взят турбокомпрессор грузового автомобиля с центробежным одноступенчатым компрессором и центростремительной одноступенчатой турбиной. Исходя из площади входного сечения компрессора и расхода воздуха, который он обеспечивает на номинальном режиме работы, по методике расчёта газотурбинных установок была спроектирована и изготовлена выносная трубчатая камера сгорания. При работе двигателя, после прогрева и выхода на устойчивый режим, в раскаленный змеевик из нержавеющей стали, расположенный за турбиной, при помощи насоса, через регулирующий клапан, подаётся вода. Проходя по змеевику, вода испаряется, пар перегревается и по магистрали подаётся в рабочую зону камеры сгорания.

В результате проделанной работы на основании проводимых экспериментальных исследований и обобщая протекающие реакции, которые способствуют повышению параметров рабочего процесса, увеличению эффективности камеры сгорания и увеличения энергетических свойств газового потока, можно выделить такие положительные эффекты:

-снижение сажеобразования продуктов сгорания, а следовательно, возможность применения менее качественных видов углеводородного топлива;

-увеличение выделяемой тепловой энергии при более полном сгорании углеводородного топлива и сгорания водорода;

-улучшение экологичности и экономичности, так как при заданных параметрах рабочего тела на выходе из камеры сгорания имеется возможность снизить расход углеводородного топлива;

-возможность более полного использования тепловой энергии и улучшения охлаждения элементов двигателя, таких как сопловые аппараты и корпуса турбины, установкой в них парогенераторов.

Список литературы

1. Шпильрайд Э.Э., Малышенко С.П., Кулешов Г.Г. Введение в водородную энергетику; Под ред. В.А. Легасова. – М.: Энергоатомиздат, 1984. –264с.

2. Термодинамика и теплопередача: Учебник для вузов ВВС. Кобельков В.Н., Улас В.Д., Федоров Р.М. Под ред. Р.М. Федорова. – М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2004. –328с.

3. Кулагин В.В., Бочкарев С.К., Горюнов И.М. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник для вузов. Кн. 1.; Под общ. ред. В.В. Кулагина. – М.: Машиностроение, 2005. –464с.

Газодинамика течения в камере сгорания ГТД при условии несимметричности профиля скорости на выходе из компрессора

Тимофеева К.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Гурьянова М.М.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
crist.timofeewa2011@yandex.ru

На рабочие характеристики и газодинамическую эффективность в камерах сгорания (КС) ГТД оказывает влияние входной профиль скорости, который из-за нестационарного взаимодействия последней ступени компрессора и направляющего аппарата, а также остаточной закрутки потока может формироваться несимметричным по сечению канала [1-2].

В мировой практике в современных малоэмиссионных камерах наиболее признанной является схема горения LP (Lean Premixed) со значением коэффициента избытка воздуха

α=1,8-2,2 с предварительно перемешанной топливовоздушной смесью в горелочных модулях. Известно, что для современных КС реализуется тенденция увеличения суммарного расхода воздуха через фронтовое устройство (ФУ) до 70%, в перспективных камерах – до 100%. Для реализации схемы «бедного» горения с α=2 в зоне протекания реакции необходима подача более 70% воздуха через ФУ [3-4]. Следовательно, полностью перераспределяются расходы воздуха по основным элементам КС, что требует изучения газодинамики течения с учетом изменяющейся площади охлаждающих отверстий.

Для создания неравномерной эпюры скорости на входе в КС спроектированы генераторы, которые отличаются коэффициентом несимметричности K, определяемым отношением среднерасходных скоростей потока в верхнем и нижнем полуканалах. При симметричном профиле скорости (K=1) в кольцевые каналы и во ФУ затекание рабочего тела равномерное. При внесении на вход в диффузор несимметричной эпюры скорости с K, отличным от 1, структура течения в КС искажается. Например, в случае K>1 в верхнем кольцевом канале преимущественно затекание расхода воздуха, а в нижнем – его недостаток, поэтому ухудшается степень охлаждения жаровой трубы, качество перемешивания топливовоздушной смеси, что отрицательно скажется на работе турбины. Величина сохранения полного давления максимальна при K=1, при несимметричной входной эпюре увеличиваются потери полного давления и уменьшается его величина. Минимальное значение коэффициента гидравлических потерь ξ во всех основных элементах и в камере в целом наблюдается при симметричном профиле скорости. При несимметричном входном профиле ξ возрастает.

Увеличение относительной доли площади закрытых отверстий приводит к изменению коэффициента гидравлических потерь в КС и во всех основных её элементах. Минимальная величина имеет место при полностью открытых поясах охлаждающих отверстий. При закрытии первого и последующих поясов коэффициент гидравлических потерь увеличивается.

Для верификации численных расчетов и визуализации структуры потоков проведены эксперименты на модели проточной части КС с использованием системы подкрашенных струй и ламинарного течения в гидравлическом лотке. Выполненные экспериментальные исследования показали, что картина течения в камере сгорания с входной несимметричностью профиля скорости имеет подобный характер течения, что и в численных расчетах. При K=1 в КС наблюдается равномерное распределение линий тока в преддиффузоре и кольцевых каналах. При несимметричном профиле скорости происходит перераспределение потока: при K>1 – преимущественно в верхний (наружный) кольцевой канал, при K<1 – в нижний (внутренний).

С точки зрения проектирования камеры важным моментом является сохранение коэффициента несимметричности близким к 1, что позволяет обеспечить максимально полную величину давления на выходе из КС и минимум гидравлических потерь. Показано, что увеличение относительной доли площади закрываемых охлаждающих отверстий сопровождается изменением коэффициента гидравлических потерь во всех основных элементах КС, но качественной перестройки структуры потока не происходит, так как она определяется начальным коэффициентом несимметричности. Выполненный комплекс расчетно-экспериментальных исследований позволил получить структуру потоков в условиях несимметричности профиля скорости на входе в КС и верифицировать численные расчеты результатами экспериментов.

Список литературы

1. Гурьянова М.М., Пиралишвили Ш.А. Влияние входной несимметричности профиля скорости и начальной интенсивности турбулентности на гидравлику отрывного диффузора камеры сгорания ГТД //Авиационная техника. 2016. №2. С.38-45.

2. Gur'yanova M.M., Piralishvili S.A. Joint effect of input asymmetrical velocity profile and initial turbulence intensity on hydraulics of a separated diffuser of GTE combustion chamber // Russian Aeronautics. 2016. Т. 59. № 2. С. 197—205.
3. Akhtara S., Piffaretti S., Shamim T. Numerical investigation of flame structure and blowout limit for lean premixed turbulent methane-air flames under high pressure conditions // Applied Energy. 2018. pp. 21-32.
4. Nafiz Kahraman, Selim Tangöz, S.Orhan Akansu. Numerical analysis of a gas turbine combustor fueled by hydrogen in comparison with jet-A fuel // Fuel. 2018. No. 181, pp. 66-7.

Исследование возможностей повышения эффективности завесной пелены при дискретном вдуве на адиабатной стенке в условиях применения V-образных выемок

Торицын А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ремизов А.Е.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
mr.seriousness@yandex.ru

Развитие способов интенсификации конвективного теплообмена внутри лопатки ТВД не исключает поиск конструктивных методов повышения эффективности завесного (пленочного) охлаждения. В связи с этим проведен комплекс исследований формирования завесной пелены за рядом дискретных отверстий на плоской адиабатной стенке, с использованием расположенных на ней V-образных выемок (V-shaped dimples). Известно, что при взаимодействии пристенного потока с такими выемками генерируется пара вихрей противоположного вращения, способствующих интенсификации теплообмена [Л].

Экспериментальные исследования на адиабатной стенке проводились с применением тепловизора FLIR-E64501 с матрицей 320x240 с разрешением 76800 пикселей, с чувствительностью 0.05°С. Было показано, что использование V-образных выемок способствуют концентрации вдуваемого охладителя у стенки и формируемая завесная пелена делается более равномерной в поперечном направлении. Применение за отверстиями двух последовательно расположенных рядов выемок, слитых в сплошные зигзагообразные линии, усиливает полезные эффекты.

Для выявления механизма формирования завесной пелены за рядом дискретных отверстий при использовании V-образных выемок проведено численное RANS-моделирование, в полном геометрическом соответствии с экспериментальной моделью. Исходные данные соответствовали параметрам экспериментальных исследований. Расчеты для гладкой стенки показали известные в литературе данные, что в сечении истекающей из отверстия в основной поток струи охлаждающего воздуха формируется почкообразный вихрь (kidney shaped vortex), состоящий из системы двух вихрей противоположного вращения в ядре струи. Эти вихри вовлекают горячую среду под охлаждающую струю. Использование V- образных выемок приводит к ослаблению и разрушению почкообразного вихря, что способствует повышению эффективности завесного охлаждения и накоплению вдуваемой холодной среды у защищаемой стенки в широком диапазоне параметров вдува.

Литература

C. Neil Jordan, Lesley M. Wright. Heat transfer enhancement in a rectangular (ar=3:1) channel with V-shaped dimples. Proceedings of ASME Turbo Expo 2011. GT2011, June 6–10, 211, Vancouver, British Columbia, Canada, 12 p.

Модернизация двигателя внутреннего сгорания беспилотных летательных аппаратов с использованием керамоматричного композита

Фертиков А.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Силуянова М.В.
МАИ, Москва
alexfertikov@gmail.com

В настоящее время для всех изделий беспилотной и малой авиации во всех странах мира разрабатываются различные силовые установки на базе газотурбинных двигателей, двигателей внутреннего сгорания (ДВС) или электрических двигателей. Все эти двигатели имеют слишком большой расход запасенного энергоносителя и не способны обеспечить достаточную дальность полета, маневренность и длительное барражирование летательных аппаратов с одной заправки (зарядки).

Таким образом, остается актуальной задача создания принципиально новой экономичной силовой установки, которая может быть реализована в гибридной схеме: экономичный ДВС + энергогенератор + аккумулятор + электродвигатели + винт.

В настоящее время эксплуатируется около 2 миллиардов ДВС, из них примерно половина ДВС служит в наземной мобильной технике. Однако многие развитые государства уже обозначили даты полного отказа от ДВС. Основные причины — низкая экологичность и низкий коэффициент полезного действия (КПД).

Считается, что дальнейший прогресс произойдет в основном благодаря использованию новых видов топлива, ведь за 150 лет истории ДВС цивилизация не разработала принципиально нового ДВС и не провела существенной модернизации существующих.

Несмотря на использование новейших достижений в области электроники и материалов, модернизацию отдельных узлов и элементов ДВС не стали значительно экономичнее, за последние 30 лет топливная эффективность росла примерно на 0,2 % в год.

Предположив, что дело в ошибочности классической тепловой модели ДВС и отсутствии системного подхода, а также в отсутствии изучения протекания реальных энергетических преобразований в поршнях нами была разработана новая теоретическая модель, учитывающая больший спектр потерь и энергетических преобразований, в ходе которых выявлена ранее не учтенная низкотемпературная дополнительная энергия, которая может превосходить тепловую энергию.

Для проверки на практике наличия справедливости данной модели и наличия дополнительной энергии был модернизирован самый простой существующий ДВС — двухтактный одноцилиндровый двигатель от мотоцикла ИЖ «ПЛАНЕТА-5».

Характеристики:

• Наименование — ИЖ-П5;

• Тип двигателя — одноцилиндровый карбюраторный двухтактный воздушного охлаждения;

• Диаметр цилиндра, мм — 72;

• Ход поршня, мм — 85;

• Степень сжатия — 8,2-8,7;

• Рабочий объем двигателя — 346 $см^3$;

• Максимальная мощность двигателя, л. с. — 22 (20,9…23,1) при 4850±10 % об/мин;

• Максимальные обороты – 6000 об/мин.

Двигатель был доработан согласно новой теоретической модели: разработаны система объемного плазменного зажигания, система подготовки топлива; механическая часть двигателя обработана антифрикционными упрочняющими керамоматричными композитами.

Проведенные мероприятия дали следующие практические результаты:

• Минимальные обороты холостого хода с 800 об/мин упали до 60 об/мин;

• Максимальные обороты повысились с 6000 об/мин до 15000 об/мин;

• Максимальное давление на поршень (индикаторная диаграмма) на холостом ходу составило 10 атмосфер;

• Максимальное давление на поршень при выходе на режим выросло до 300 атм.

Благодаря дополнительной энергии у ДВС появляются новые возможности:

• Литровая мощность может быть выше 1000 лс/л,

• Экономия бензина может быть не менее 35 г*лс/час,

• Удельный вес ДВС может составить 10 лс/кг.

Технологическая новизна предложенного ДВС обеспечивается за счет реализации частных технологических решений:

1. Обеспечения сверхбедной гомогенной горючей смеси.

2. Выполнение головки, цилиндра и поршня из материала с минимальным коэффициентом теплового расширения и малой теплопроводностью.

4. Обеспечения высокой компрессии без поршневых колец.

5. Обеспечения газообмена в цилиндре без классических клапанов.

6. Обеспечения «чистого» двухтактного режима.

7. Выполнения оригинального кривошипно-шатунного механизма без бокового давления на поршень с максимальной приемистостью, совпадающей с максимальным давлением на поршень.

8. Обеспечения работоспособности двигателя без жидкостного охлаждения и смазки поршня.

9. Обеспечения высокой экологичности двигателя без каталитических нейтрализаторов, «холодный» выхлоп.

В процессе конструирования инновационного ДВС будут учтены полученные на практике данные:

• Причина снижения крутящего момента современного двигателя на больших нагрузках – две асимметрии: кривошипно-шатунного механизма и вектора горения смеси.

• Главная причина снижения крутящего момента современного двигателя на высоких оборотах – долгое горение смеси.

• Основная причина нагрева современного двигателя – соударение сочлененных деталей классического кривошипно-шатунного механизма.

Таким образом, появляется возможность создания перспективной силовой установки для беспилотной авиации, в основе которой заложена генерации энергии за счет работы высокоэффективного ДВС с высокой экономичностью.

Оптимизации торцевых поверхностей ступени турбины высокого давления с учетом системы охлаждения

Харченко Р.В., Субботин Д.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Вятков В.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
sciencebox857@mail.ru

Современные исследования в области газовых турбин направлены на улучшение газодинамических характеристик при одновременном обеспечении работоспособности деталей. Особенно это актуально для турбин высокого давления газотурбинных двигателей различного назначения. Это реализуется путем различных подходов к оптимизации конструкции. Наиболее перспективным является развитие методов структурно-параметрической оптимизации с одновременным внедрением численного моделирования в пакетах прикладных программ.

Для турбины высокого давления перспективным направлением является специальное профилирование несимметричных торцевых поверхностей, что снижает интенсивность вторичных течений. Для отдельного лопаточного венца методы построения несимметричных торцевых поверхностей разработаны и экспериментально доказаны. Однако проводить оптимизацию необходимо для всей ступени. В данном случае целевой функцией однозначно является КПД ступени. В ступени турбины можно профилировать периферию и втулку соплового аппарата, и втулочную поверхность рабочего колеса. Несимметричное профилирование поверхностей для высокотемпературной турбины высокого давления необходимо производить с учетом системы охлаждения. Для условия работы ТВД торцевые поверхности однозначно необходимо выполнять с конвективно-пленочным охлаждением. Оптимизация с учетом охлаждения ограничивается вычислительными ресурсами, поэтому данную задачу для ступени турбины необходимо решать поэтапно.

Методика оптимизации состоит из следующих этапов:

1) Профилирование поверхностей неохлаждаемой ступени;
2) Оценка аэродинамических характеристик лопаточных венцов с учетом выдува охладителя на торцевых поверхностях;
3) Решение сопряженной задачи с целью определения температуры поверхностей.

Данная методика реализована для модельной ступени турбины с параметрами, характерными для турбины высокого давления газогенератора ТРДД. Для совершенствования ступени применялся программный комплекс IOSO NM, в который организована многопараметрическая оптимизация двух венцов СА и РК в одном расчетном проекте. В IOSO NM были объединены расчетные программные продукты, позволившие описать 3D-исходную геометрию ступени турбины (параметризовать геометрию), получить конечно-объемную модель (сетку), провести газодинамический расчет с записью целевой функции (КПД) в результате многоитерационного процесса получить геометрию торцевых поверхностей ступени турбины, обеспечивающей максимальное значение КПД при заданном режиме работы.

По результатам первого этапа оптимизации увеличение КПД ступени составило 0,5%. Моделирование выдува охладителя показало сложность в организации завесного охлаждения выпуклых областей торцевой поверхности. Это подтвердил и расчет температуры торцевой поверхности. За счет оптимизации расположения отверстий для выдува охладителя и интенсификации конвективного охлаждения выпуклых областей (путем использования ребер с внутренней стороны) добились требуемого температурного состояния торцевых поверхностей при снижении расхода охладителя на торцевую поверхность с 0,8% до 0,6%, что является достаточно хорошим результатом.

Модель и характеристики двигателя ТРДД

Ша Мингун
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Агульник А.Б.
МАИ, Москва, Китай
zxn661029@163.com

Большая часть информации о свойствах и характеристиках авиационных двигателей в процессе их проектирования, а также на этапах исследований и поисковых разработок является результатом расчетов на ЭВМ. Применяемые для этой цели методы расчета должны обладать гибкостью и допускать решение широкого круга задач (определение высотно-скоростных и дроссельных характеристик, габаритов и массы, динамических характеристик и других параметров двигателей).

Варианты постановки задачи:

• На установившихся режимах работы – термодинамический расчет и согласование параметров на расчетном режиме с целью определения основных данных и схемы проточной части в соответствии с требованиями, предъявляемыми к двигателю на режиме;

• Расчет тягово-экономических характеристик, частот вращения роторов, давлений и температур по тракту и других данных при условии, что известны сечения проточной части, характеристики узлов и заданы законы регулирования;

• На неустановившихся режимах работы – определение времени и характера протекания переходных процессов при условии, что

Известны характеристики узлов и заданы законы регулирования двигателя на этих режимах работы.

Рассмотрим формирование математической модели двигателя для САС на основе авиационного ГТД, взяв в качестве примера двигатель АЛ-31Ф.

В связи с вышеизложенным принципом минимальных изменений в конструкции базового двигателя форсажная камера при разработке стационарного двигателя была отменена.

Проведен анализ программного комплекса ThermoGTE расчета характеристик авиационных газотурбинных двигателей. Программный комплекс построен при принятии практически одних и тех же требований к уровню принимаемых допущений и точности. Они являются одномерными моделями расчета характеристик авиационных газотурбинных двигателей, в которых задача сводится к решению системы нелинейных уравнений, описывающих совместную работу всех узлов двигателя, дополненную уравнениями принятого закона регулирования. Теплофизические свойства рабочего тела вдоль газовоздушного тракта двигателя определяются с учетом влияния температуры и состава смеси.

В апреле 2018 года пользователем программного комплекса (ПК) ThermoGTE стал Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Этому предшествовал большой предварительный анализ различных расчётных инструментов в рамках выполнения совместных работ ОДК (ОКБ им. А.Люльки, филиала "ОДК-УМПО") и МАИ. В этих работах ПК ThermoGTE зарекомендовал себя как надежный, многофункциональный инструмент для решения широкого круга задач при термогазодинамическом исследовании двигателей. Удобство работы обеспечивает простой, интуитивно понятный интерфейс, позволяющий исследовать характеристики двигателей пользователями с различным уровнем теоретических знаний. Принято решение об организации в МАИ учебного курса по изучению дисциплины «Теория ВРД» с применением ПК ThermoGTE, учебного класса, оснащенного ПК ThermoGTE для подготовки кадров авиадвигателестроительной отрасли.

ПК ThermoGTE, нашел широкое применения на российских авиадвигательных предприятиях. Мы провели расчтеты в ПК ThermoGTE и сравнили их с реальными высокоскоростными характеристиками двигателя АЛ-31Ф на максимальном бесфорсажном режиме.

При параметрическом анализе схем ГТД в данном ПК могут быть использованы как обобщённые характеристики основных узлов авиационных двигателей, так и их экспериментальные характеристики. Полученные значения выходных параметров по желанию пользователя могут быть представлены в виде различных графиков.

С помощью модели ThermoGTE был проведен расчет характеристик двигателя АЛ-31, сравнение с его реальными характеристиками, снятыми на стенде его высокоскоростных характеристик, и получен удовлетворительный результат.

Проведены расчеты зависимости удельной тяги и потребной тяги для характеристик двигателя АЛ-31 от количества отбираемого воздуха из двигателя: 10 кг/с, 20 кг/с, 30 кг/с, 40 кг/с.

Полученные данные будут использовать при дальнейшем проведении оптимизационных расчетов.

В дальнейших наших расчетах будут использованы данные по тягам базового варианта двигателя АЛ-31, сделанного на базе газогенератора АЛ-31Ф.

Разработка фотоэлектрического двигателя на магнитной подвеске

Бабушкин И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Юнусов Р.Ф.
КНИТУ-КАИ, Казань
bival2000@mail.ru

Левитация, то есть бесконтактное преодоление силы притяжения, является одним из активно разрабатываемых направлений исследований современных учёных. Использование данного феномена открывает широкие перспективы для развития технологий и создания более совершенных технических средств. Наибольшего прогресса на сегодняшний день исследователям и инженерам позволяет добиться магнитная левитация [1].

Мотор Спринга, как и любой другой, состоит из ротора и статора. Мендосинский мотор – не совсем обычный, он состоит из четырёхстороннего (квадратного сечения) ротора, насаженного на вал. Ротор имеет два набора обмоток (в каждом по 150 витков) с питанием от солнечных батарей фирмы Aiyima (0,5 В; 100 мА). Подвеска выполнена на постоянных неодимовых магнитах.

Статор мотора – подставка с постоянными магнитами и магнитными опорами.

В соответствии с теоремой Ирншоу левитация при помощи классических статических электромагнитных полей не возможна [2]. Дело в том, что на объект постоянно действует комбинация из гравитационного, электростатического и магнитостатических полей, что делает его положение неустойчивым [3]. Для придания ротору дополнительной устойчивости с одной из сторон вала в конструкции мотора введена стеклянная стенка.

При вращении ротора следующая солнечная батарея перемещается к свету и возбуждает ток во второй обмотке. А поскольку катушки получают питание по очереди, то и выталкиваются они по очереди. Это взаимодействие и приводит ротор во вращение. Процесс повторяется до тех пор, пока на батареи падает свет. Для придания ротору дополнительной устойчивости с одной из сторон вала в конструкции мотора введена стеклянная стенка.

Принцип работы мотора основан на фотоэлектрическом взаимодействии. Когда фотоны падают на солнечные батареи, они создают разность потенциалов, в обмотке ротора появляется ток. Ток в обмотке создает магнитное поле, и возникает сила Ампера, действующая со стороны магнитного поля постоянного магнита статора. При вращении ротора следующая солнечная батарея перемещается к свету и возбуждает ток во второй обмотке. А поскольку катушки получают питание по очереди, то и выталкиваются они по очереди. Это взаимодействие и приводит ротор во вращение. Процесс повторяется до тех пор, пока на батареи падает свет.

Инструкция о том, как самостоятельно сделать мендосинский мотор и его эскиз, была взята с видеохостинга YouTube. На закупку и изготовление составных частей, а также на последующую сборку мендосинского мотора ушло порядка 4 месяцев и затрачено порядка 1300 рублей.

Изготовление магнитной подвески

1. Из оргалита толщиной 3 мм вырезаем основание подставки.
2. На основание приклеиваем два бруска с вырезанными пазами для опорных магнитов.
3. Из стекла вырезаем опорную пластинку и приклеиваем её с одного торца подставки.
4. В центре основания приклеиваем три магнита для статора.

Изготовление ротора

1. Берём латунную проволоку диаметром 3 мм и правим её для изготовления оси.
2. Вырезаем два восьмиугольника из оргалита и укрепляем их на оси.
3. Берём четыре фотоэлемента и взвешиваем их на весах с точностью до 0,01 г.
4. За счёт нанесения припоя добиваемся, чтобы вес всех фотоэлементов по отдельности различался в пределах 0,01-0,03 г.
5. Устанавливаем фотоэлементы.
6. Производим намотку на систему «восьмиугольники-фотоэлементы» проволоки диаметром 0,25 мм.
7. Закрепляем на оси четыре роторных кольцевых магнита.
8. Производим балансировку ротора.

К применению мотора на поверхности планеты Земля можно отнести охлаждение помещения. Лопасти прикрепляются к ротору мотора, и за счет того, что свет падает на солнечные батареи, происходит вращение лопастей.

Если рассмотреть, какие силы действуют на мотор, то можно заметить, что решающую роль в устойчивости мотора играет сила тяжести. При малейшем отклонении ротора мотор теряет равновесие. Следовательно, можно сделать вывод о том, что мотор можно использовать в таких условиях, где сила тяжести меньше, чем земная. Например, на Луне в качестве механического индикатора освещенности или для выработки электроэнергии.

Сегодня становится популярным развитие гелиоэнергетики, способа добычи электроэнергии с помощью солнечного излучения. Поэтому можно использовать мотор Спринга на электростанциях, которые будут расположены на лунной поверхности. Так как на освещенную сторону Луны попадает больше солнечного света, чем на Землю, и сила тяжести на Луне меньше, чем на Земле, мендосинский мотор будет полезен на Луне.

Список литературы

1. Юнусов Р.Ф. Дистанционный курс «Электродинамика»//Необратимые процессы в природе и технике. Труды девятой Всероссийской конференции МГТУ им. Н.Э.Баумана. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2017. Ч. II. С. 181-184.

2. Юнусов Р.Ф. Электронные курсы на платформе «Blackboard»//Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. № 11. С.95-105.URL: http://e-koncept.ru/2016/16242.htm.

3. Физическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1988.

Определение газодинамических параметров при взаимодействии газовой струи с цилиндрической трубой

Гаврилкин И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Евланова О.А.
ТулГУ, Тула
ilya.gawrilkin@yandex.ru

Особенностью функционирования ряда технических устройств, использующих в качестве рабочего тела высокотемпературные гетерогенные продукты сгорания твердого топлива, является воздействие недорасширенной сверхзвуковой газовой струи, вытекающей из сопла устройства на окружающие элементы, которые могут быть представлены как тонкостенные цилиндрические трубы.

Одной из задач, возникающей при проектировании подобных устройств, является обеспечение заданного температурного режима работы данных конструктивных элементов при функционировании системы.

Для оценки температурного режима цилиндрической трубы в области, прилегающей к соплу, необходимо проведение оценок газодинамических параметров потока продуктов сгорания, обтекающих внутреннюю и наружную поверхность трубы.

Для проведения оценок газодинамических параметров целесообразно использовать систему уравнений, описывающих во взаимосвязанной постановке течение газовой и конденсированной фаз [Л].

Для решения данной задачи использовался программный комплекс Gas2. Расчетная область включает источник высокотемпературного потока и цилиндрическую трубу.

Расчеты проводились для цилиндрической трубы диаметром 120 мм и длиной 2,5 м и сопла с выходным диаметром 110 мм. Давление на срезе сопла составляло 4,5 105Па, скорость потока 2430 м/с, температура 3250 К.

Структура течения при обтекании газовым потоком цилиндрической трубы является неоднородной, характеризуется наличием скачков уплотнения, вследствие чего распределение газодинамических параметров в пристеночной области происходит неравномерно по длине трубы и зависит от расстояния от сопла устройства до торца трубы. Высокие значения температуры торможения и давления наблюдаются в области торца трубы со стороны потока и вызваны торможением газа о кромку трубы.

Расчеты проводились при различных расстояниях от среза сопла до переднего торца цилиндрической трубы, равных 100 мм, 1 м, 2 м, и 5 м.

В результате расчетов получены зависимости изменения скорости газового потока, температуры и давления по длине трубы в пристеночных областях газового потока для различных значений указанного расстояния.

Полученные результаты расчетов газодинамических параметров в пристеночной области по наружной и внутренней поверхности цилиндрической трубы могут быть использованы для определения коэффициентов конвективной теплоотдачи и температуры восстановления. Эти

параметры необходимы для проведения тепловых расчетов данных конструктивных элементов при воздействии на них газовой струи.

Литература

Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1973.

Прорезной пусковой клапан

Дворяк П.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Демидов А.С.
МАИ, Москва
pas009@yandex.ru

В авиационно-космической промышленности широко применяются клапаны различного типа. От качества их работы в значительной степени зависит надежность всей двигательной системы в целом.

Хорошо зарекомендовали себя в работе или эксплуатации клапаны прорезные. Их работа заключается в срабатывании, зачастую, всего один раз. Они необходимы для подачи хладагентов, горючего и прочих веществ.

В исходной конструкции для срабатывания клапана подается рабочее тело под высоким давлением, достаточным для прорезания мембраны, которая разделяет полости.

В данной работе предлагается упростить конструкцию энергоустановки в целом введением в состав клапана пружинного механизма, который, в свою очередь, обеспечит необходимое усилие прореза. А это положительно скажется на массовых характеристиках энергоустановки.

Первостепенное значение имеет прочностной расчёт мембранных и пружинных параметров. Для получения их значений с минимальными погрешностями используются математические модели:

1. «Пластина с надрезом радиуса R», в которой радиус R формируется радиусом ножа и является концентратором напряжений. Надрез появляется в результате смятия материала на начальных этапах давления ножа на пластину.
2. Выделив сегмент прямоугольного сечения единичной ширины, сегмент рассматривают как изгибающуюся балку.
3. Рассматривается модель круглой пластины, жестко закрепленной по контуру. На практике реальный след от ножа, оставленный на мембране, имеет форму эллипса, следовательно, нагрузка распределена по площади следа.

В результате расчета предлагается упрощенный вариант конструкции, включающий в себя модернизированный механизм срабатывания.

Особенности применения ветроэнергетических установок в районах Крайнего Севера

Изгородин П.А.
Научный руководитель — Бокорев Ю.Ю.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
www.dante-2011@mail.ru

Активно ведутся строительные работы по созданию военной инфраструктуры на всем арктическом поясе от Кольского полуострова до Чукотки. Как отмечает руководство «Русской Арктики» исполнители работают аккуратно, чисто, используют новые технологии и материалы. Всего в Арктике планируется возвести шесть военных городков. Первые два объекта уже построены: один на острове Врангеля, второй – на острове Земля Александры. И оба в непосредственной близости от заповедных зон.

Арктические территории России обладают большим потенциалом для создания альтернативных источников энергии. В части районов прибрежных арктических зон скорость ветра превышает 5-7 м/с, что считается крайне благоприятным условием для экономически эффективного использования энергии ветра.

В настоящее время энергообеспечение военных городков осуществляется при помощи бензиновых и дизельных электростанций, топливо для которых доставляют в рамках северного завоза. Под «энергообеспечением» понимается обогрев жилых помещений, освещение сооружений, подходов к ним, контрольно-пропускных пунктов, питание радиостанций и бытовых электроприборов.

Освещение, зарядка аккумуляторов, питание радиостанций и электробытовых приборов с помощью малогабаритных передвижных электростанций: осветительных (малой мощности), типа ЭСБ-1, ЭСБ-2, ЭСБ-4; зарядных, типа ЭСБ-0,5, ЭСБ-1; бензиновых и дизельных, средней мощности, ЭСД-10, СБ-12, ЭСД-20, ЭСД-30, ЭСД-50.

Использование бензиновых, а тем более дизельных электростанций сопряжено с большими затратами. В процессе возведения военных городков пришли к выводу о целесообразности разработки и использования ветросиловых установок не только для освещения жилых помещений и прилегающей территории, но и для обогрева зданий. Не следует думать, что достаточно насадить пропеллер на вал генератора – и ветряная электростанция готова! Скорость ветра очень непостоянна, поэтому скорость вращения вала генератора будет меняться помногу раз в день. Вслед за ней станет изменяться и напряжение, и частота тока. Согласно стандартам и ГОСТам и напряжение подаваемого переменного тока в 220В выдерживается с точностью плюс десять – минус пятнадцать процентов. А точность частоты в 50 Гц и того выше – одна десятая процента. Получить от ветросиловых установок ток такого качества крайне трудно. Однако всегда ли это необходимо?

Энергия ветра, наряду с солнечной и водной, принадлежит к числу постоянно возобновляемых и, в этом смысле, вечных источников энергии, обязанных своим происхождением деятельности Солнца. Источник энергии не нужно добывать и транспортировать к месту потребления: ветер сам поступает к установленному на его пути ветродвигателю, что особенно важно для труднодоступных (арктических, степных, пустынных, горных и т.п.) районов, удаленных от источников централизованного энергоснабжения, и для относительно мелких (мощностью до 100 кВт) потребителей энергии, рассредоточенных на обширных пространствах. Энергию, которую вырабатывают ветрогенераторы, можно использовать совместно с другими источниками. К тому же ветроэнергетика – это экологически чистая энергия, и монтаж ветроустановок не наносит вреда окружающей среде.

Сжигание синтетического топлива в экологически чистой вихревой противоточной горелке КС ГТД

Кононова В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гурьянов А.И.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
kononova.93@yandex.ru

Основными работами по увеличению эффективности камер сгорания являются: процедуры по снижению эмиссионных выбросов загрязняющих веществ при минимальных размерах зоны горения; увеличение полноты сгорания топлива; сведение к минимуму возможности срыва пламени и расширение концентрационного диапазона устойчивого горения.

Действия по улучшению экологических характеристик в последние несколько лет стали одним их основных направлений развития и совершенствования газотурбинных двигателей.

Работа авторов [1-4] показала, что организация процесса горения топлива в условиях аэродинамического реверса течения, называемого противотоком, позволит решить ряд проблем при проектировании высокоэффективных камер сгорания.

Ситуация в современной энергетике складывается таким образом, что крупные компании стремятся осуществить переход на альтернативные виды топлива, в том числе на синтез-газ [5-6]. На этапе перевода газотурбинного двигателя на синтетические виды топлива одним из основных является вопрос о величине целесообразной добавки синтез-газа к метану.

В работе даны результаты экспериментальных исследований сжигания смешанного и синтетического топлива в условиях газодинамического противотока. На основе полученных данных была представлена конструкционная схема вихревой противоточной горелки КС ГТД.

Анализ получившихся экспериментальных данных показал, что применение в горелочных устройствах синтез-газа способствует снижению выбросов оксидов азота в два раза во всем концентрационном диапазоне устойчивого горения, при сравнении с горением метана. Целесообразная объёмная доля добавки синтез-газа составляет 15%. В богатой области горения концентрация несгоревших углеводородов снижается в 7,8 раз, в области бедного горения уменьшается в 1,7 раза, в условиях стехиометрии концентрация снижается в 43 раза. Она сокращает выбросы оксидов азота при сжигании топлива в состоянии газодинамического реверса течения в 1,6 раза относительно горения метана во всём диапазоне по коэффициенту избытка воздуха. Эмиссия монооксидов углерода в области бедного горения уменьшается в 1,6 раза, в области богатого горения – в 4 раза, в случае стехиометрии – в 2,6 раза.

Выполненный комплекс экспериментальных исследований показал положительный эффект добавок синтез-газа на концентрационный предел устойчивого горения. Добавка синтез-газа в диапазоне от 7 % до 80 % от общего объема топлива сопровождается скачкообразным расширением

концентрационного диапазона устойчивого горения более чем в 4 раза в количественном выражении [7, с.176—177].

Список литературы

1. Gur'yanov, A.I. Analysis of the gas turbine engine combustion chamber conversion to associated petroleum gas and oil [Text] / A.I. Gur'yanov, O.A. Evdokimov, S. A. Piralishvili, S.V. Veretennikov, R.E. Kirichenko, D.G. Ievlev // Russian Aeroautics. – New York: Allerton Press Inc., 2015. – Т. 58. – № 2. – С. 205 – 209.

2. Бирюк В. В., Веретенников С. В., Гурьянов А. И., Пиралишвили Ш. А. Вихревой эффект. Технические приложения. Т. 2 (ч.1). – М.: Научтехлитиздат, 2014.

3. Veretennikov S.V., Piralishvili Sh.A., Evdokimov O.A., Guryanov A.I. Heat transfer simulation of unsteady swirling flow in a vortex tube // Journal of Physics: Conference Series, 2018, Vol. 980, pp. 1-6.

4. Гурьянов А. И. Эффективность сжигания топлива в вихревых горелочных устройствах [Текст] / А. И. Гурьянов, О. А. Евдокимов // Вестник Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П.А. Соловьева. 2015. №2 (33). С. 39-43.

5. Ciccarelli, G. Fast-flame limit for hydrogen/methane-air mixtures [Text] / G. Ciccarelli, N. Chaumeix, A.Z. Mendiburu, K. N'Guessan, A. Comandini // Proceed-ings of the Combustion Institute 000. – 2017. P. 1–8.

6. Brzeżański, M. Application of gaseous fuels with vari-able chemical composition for energy purposes [Text] / M. Brzeżański, W. Marek, M. Mareczek, T. Papuga // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2018. P. 1–11.

7. Кононова, В. В., Гурьянов А.И. Экспериментальное исследование горения смешанного и синтетического топлива в противоточном горелочном модуле [Текст] / В.В. Кононова, А.И. Гурьянов// Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2018.Т.1. С. 173-177.

Холодильник-излучатель на тепловых трубах системы теплоотвода космического аппарата

Ладыко М.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Ерёмин А.Г.
МАИ, Москва
ladyko.maxim@yandex.ru

Современные задачи по освоению и исследованию космического пространства, требуют разработки космических аппаратов (КА) повышенной энерговооруженности. При этом рост тепловыделения аппаратуры в приборном отсеке приводит к увеличению площади излучающей поверхности холодильника-излучателя (ХИ) системы теплоотвода КА.

Габариты зоны полезной нагрузки в составе ракеты-носителя не позволяют разместить ХИ в рабочем положении. Поэтому разрабатываются трансформируемые схемы ХИ, имеющие два положения: стартовое и рабочее, которые могут быть реализованы, например, на основе телескопической схемы развертывания.

При выборе схемы трансформирования ХИ необходимо учитывать следующие факторы:

• Компактное размещение ХИ в стартовом положении и эффективное расположение излучающей поверхности ХИ в рабочем положении;

• Минимальное трансформирование гидравлического контура и простые устройства шарнирных узлов, обеспечивающих изменение взаимного положения элементов ХИ и их фиксацию в обоих положениях;

• Минимальные механические нагрузки и возмущения, действующие на смежные узлы КА при изменении положения ХИ.

Кроме того, увеличение площади теплосброса ХИ повысило вероятность метеорного пробоя элементов системы теплоотвода, и в частности, теплосбрасывающих элементов ХИ. Необходимая высокая надежность ХИ при длительном ресурсе работы КА в условиях метеорного воздействия может быть обеспечена применением в конструкции ХИ тепловых труб (ТТ). Эти устройства обеспечивают забор тепловой энергии от горячего теплоносителя и сброс его в космическое пространство. В случае пробоя метеорным телом единичная ТТ снижает отводимый тепловой поток, но, тем не менее, выполняет функцию теплоотвода как обычное ребро, и при этом не нарушается целостность гидравлического контура.

В данной работе рассмотрены трансформируемые ХИ на ТТ, реализованные по двум схемам: ХИ, не совмещенный с системой развертывания КА (автономный ХИ), и совмещенный ХИ. В обоих случаях КА имеет телескопическую систему развертывания. В автономной схеме ХИ элементы ХИ

переводятся в рабочее положение без участия системы развертывания КА, причем, как правило, ХИ переводится в рабочее положение после КА. В совмещенной схеме элементы ХИ образуют с элементами системы развертывания единую конструкцию, в которой элементы одной системы помимо своей основной функции способствуют выполнению функций другой системы. Герметичность гидравлического контура ХИ в местах шарнирных соединений обеспечивается за счет применения специальных устройств: шарнирно-сильфонных узлов или металлорукавов, а приводами для перевода створок ХИ в рабочее положение могут быть электроприводы, пружины и т.д.

Моделирование крыльчатки электронасосного агрегата системы терморегулирования с применением ANSYS CFX

Малов Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаблий Л.С.
Самарский университет, Самара
animaggg@yandex.ru

В данной работе приведена методика моделирования и расчет крыльчатки электронасосного агрегата (ЭНА), входящего в состав системы терморегулирования различных космических аппаратов.

Система терморегулирования (СТР) предназначена для обеспечения теплового режима отдельных приборов, агрегатов и элементов конструкции негерметичных отсеков изделий во время их орбитального полета длительностью от 5 до 15 лет. ЭНА служит для создания циркуляции теплоносителя с ограниченными смазывающими свойствами в контурах СТР.

Целью работы было создание в программном модуле ANSYS CFX гидродинамической модели крыльчатки ЭНА, предназначенной для исследований, выявления возможных неисправностей, а также предложений по доработке, с целью повышения работоспособности агрегата.

Процесс расчёта состоял из пяти основных этапов: создание геометрии, создание сеточной модели, создание расчётной модели, поиск решения и анализ результатов.

Вначале создавалась 3D-модель, а затем она подвергалась преобразованию к гидродинамической модели с использованием булевых операций. Наибольшую сложность составило преобразование крыльчатки насоса, так как этот элемент является наиболее важным и конструктивно наиболее сложным. Одним из проблемных мест при моделировании является переход от крыльчатки к спиральному сборнику, так как в этом месте находится зазор, куда происходит перетекание рабочей жидкости и который является важным элементом для определения осевой силы, возникающей при вращении крыльчатки. Получившаяся геометрия гидродинамической модели крыльчатки была разбита на большое количество структурированных элементов с целью создания сеточной модели.

В первом приближении была создана сеточная модель на 1205 тысяч элементов. Затем модель улучшалась путем добавления призматических слоев и сгущением сетки в местах тонкой геометрии, таких, как начало спирального сборника улитки. Вначале были созданы призматические слои на всей поверхности улитки, кроме выхода и входа. Затем в некоторых местах было уменьшены размеры элементов для увеличения их количества [2]. После всех преобразований количество элементов возросло до 42373 тысяч, а коэффициент скошенности (Target Skewness) снизился до 0,9.

На основе созданной сетки была создана расчётная модель путём наложения граничных условий, параметров моделируемых процессов и задания настроек решателя.

Рабочим телом является ЛЗ-ТК2 при рабочей температуре 18,2°С. Для формирования единой проточной части задавались интерфейсы для передачи параметров потока между движущимися и неподвижными элементами. Модель турбулентности была выбрана k-Epsilon, так как она является наиболее универсальной, обладает широкой областью применения и достаточно хорошо апробирована в инженерных расчетах. Моделировалось три режима работы ЭНА при одинаковой частоте вращения вала 6000 об/мин, но с разным давлением на входе в рабочее колесо: 12,5 кПа; 15 кПа; 16,9 кПа.

Для решения задачи использовался вычислительный кластер, предназначенный для решения распределенных задач в параллельном режиме с производительностью в сотни миллиардов операций в секунду. Полученные результаты стационарного расчета были сравнены с имеющимися результатами испытаний. Было выявлено, что характер изменения давления совпадает с данными испытаний и процент погрешности не превышает 9%. Это говорит о том, что получившаяся модель может считаться адекватной, однако для уменьшения погрешности следует и дальше продолжать улучшение модель путем повышения качества сетки.

Следующим шагом являлось исследование влияния осевой силы, действующей на заднюю поверхность диска крыльчатки. Стоит отметить важность достоверного определения осевой силы,

поскольку её значение напрямую влияет на долговечность подшипников. Исследуемая область задавалась статической с двумя вращающимися стенками: стенкой диска и стенкой, прилегающей к валу. В ходе исследования была выявлена закономерность увеличения осевой силы от увеличения перепада давления. Значения осевых сил на разных режимах работы показали превышение данной величины относительно допустимой по техническому заданию на изделие.

Таким образом, была сформирована методика создания гидродинамической модели ЭНА, получена сама модель и проведён её CFD-расчёт. Анализ полученных результатов говорит о необходимости модернизации ЭНА путём изменения конструкции или условий режимов работы.

Методика анализа параметров подсистем генерации и формирования лазерного излучения мобильных многофункциональных лазерных энергетических установок

Метельников А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Авдеев А.В.
МАИ, Химки
Metelnikov91@gmail.com

В многофункциональных лазерных энергоустановках (МЛЭУ) одновременно должны быть решены задачи генерации (лазерная система (ЛС)), преобразования (система электропитания – СЭП), передачи излучения (формирующая оптическая система – ФОС) и отвода тепла (система обеспечения теплового режима – СОТР). В современных проектах данные задачи рассматриваются фрагментарно. Поэтому для реализации системного подхода на этапе проектирования требуется создать методику разработки МЛЭУ, рассматривающую решение всех вышеперечисленных задач в комплексе.

В данной работе предложена методика определения основных параметров подсистем формирования и генерации лазерного излучения МЛЭУ, представлены результаты применения разработанной методики для МЛЭУ, решающей задачу борьбы с фрагментами космического мусора (ФКМ).

Рассмотрены МЛЭУ с параметрами: диапазон дальностей работы [10; 150] км; ЛС на основе волоконных лазеров с когерентным сложением пучков; КПД ЛС [0,31; 0,59]; размеры выходной апертуры ФОС [0,5; 3] м.

Рассмотрены сценарии воздействия на ФКМ с орбитами высотой 1000 км и требуемыми величинами их снижения [50; 900] км. Требования к режиму работы МЛЭУ: оптимальная плотность энергии на ФКМ [2,5·e+4; 2,5·e+5] Дж/м^2; время импульса [2,7e-09; 2,7e-07] с.

На основании расчетов получены следующие результаты:

прогнозируемое время воздействия на ФКМ [2; 28] с; частота следования лазерных импульсов [1; 1250] Гц; энергия лазерного импульса [3; 10e+5] Дж; генерируемая СЭП энергия [0,87; 5,7·108] Вт, отводимая СОТР тепловая энергия [0,5; 4,5·108] Вт.

Предложенная методика позволяет проводить комплексную оценку параметров подсистем МЛЭУ на основе волоконных лазеров. Так, полученные данные позволяют проводить анализ параметров МЛЭУ для выбора типа СЭП, СОТР и расчета их параметров, требуемых для обеспечения требуемого режима работы МЛЭУ. Кроме этого, методика позволяет определить ограничения, накладываемые СЭП и СОТР на энергию импульса ЛС, а, следовательно, и эффективность работы МЛЭУ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках базовой части государственного задания, проект №13.9211.2017/8.9.

Разработка методик расчёта тепловых процессов в рубашках охлаждения жидкостных ракетных двигателей на жидких и газообразных горючих и охладителях

Абдуллин М.Р., Давлатов Н.Б., Зырянов С.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Алтунин В.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
mansur13081992@mail.ru

В работе рассмотрены результаты экспериментальных исследований с различными горючими и охладителями, которые применяются в жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) и других двигателях и энергоустановках одно- и многоразового использования наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования. Показаны особенности тепловых процессов: а) в жидких горючих и охладителях (в углеводородных горючих и охладителях УВГ и УВО, в ТС-1, РГ-1, в сжиженном природном газе – метане); б) в азотосодержащих горючих и охладителях – в гидразине и его смесях с различным содержанием фуллеренов; в) в газообразных УВГ и УВО – в газообразном метане, в различных смесях газообразного метана с воздухом.

Экспериментально установлено, что в топливно-охлаждающих системах:

а) с жидкими УВГ и УВО происходят тепловые процессы, связанные с негативным процессом осадкообразования, с возникновением опасного процесса термоакустических автоколебаний (ТААК) давления; б) с жидкими азотосодержащими горючими и охладителями происходит процесс ТААК давления; в) с газообразным метаном и его смесями с воздухом происходит негативный процесс осадкообразования.

Из-за осадкообразования происходит: частичное и полное закоксовывание каналов, фильтров, форсунок с частичной и полной потерей тяги; слой твёрдого углеродистого осадка способствует прогару рубашки охлаждения ЖРД с дальнейшим пожаром и взрывом; частичное закоксовывание даже одной форсунки (например, в воздушно-реактивном двигателе – ВРД) приводит к нерасчётному струйному распылу, к прогару жаровой трубы, к пожару и взрыву. Скорость осадкообразования в газообразном метане в 10 раз медленнее, чем в жидких УВГ и УВО. Из-за ТААК давления: происходит возникновение стоячей акустической волны, в результате чего образуются локально-чередующиеся зоны перегревов и прогаров (особенно в зоне критического сечения сопла ЖРД) с дальнейшим пожаром и взрывом; происходит цикличный процесс откалывания твёрдых углеродистых отложений с дальнейшим их ростом, с засорением каналов, фильтров, форсунок (для углеводородных горючих и охладителей). Процесс увеличения нано-добавок (фуллеренов) в чистый гидразин приводит к изменению теплофизических свойств при различных давлениях и температурах. В работе показаны новые методики расчёта тепловых процессов в указанных горючих и охладителях, применение которых будет способствовать дальнейшему повышению эффективности, надёжности и безопасности отечественных ЖРД и других двигателей и энергоустановок различного назначения и базирования.

Математическое моделирование регулятора расхода жидкостного ракетного двигателя

Аунг К.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Коломенцев А.И.
МАИ, Москва, Мьянма (Бирма)
aung.khinemyint@yandex.ru

Регулятор расхода жидкости – один из основных агрегатов любой схемы ЖРД. Регуляторы предназначены для поддержания с заданной точностью или изменения по определенному закону расхода компонента топлива в условиях изменения внешних и внутренних возмущающих факторов. Как исполнительный орган системы управления тягой двигателя они используются в современных многорежимных двигателях, например РД253, РД120, РД170, РД180, РД191.

Регуляторы расхода, применяемые в ЖРД, разделяются на две группы: регуляторы прямого и непрямого действия. В современных ЖРД широкое применение нашли регуляторы расхода прямого действия. Обычно регуляторы прямого действия применяют при расходах кг/с, но могут использоваться и при больших расходах, если необходимо обеспечить высокое быстродействие.

Особенностью всех регуляторов расхода является их способность управлять расходом и поддерживать расход только при относительно медленных изменениях во времени управляющего и возмущающего воздействий.

Статизм положителен, если с увеличением перепада давления на регуляторе расход жидкости увеличивается; если же расход уменьшается – статизм отрицателен. Наличие отрицательного статизма у регулятора расхода может быть одной из причин неустойчивой работы двигателя.

Математическая модель регулятора – это система уравнений, описывающих рабочие процессы при нормальном функционировании регулятора.

Представлен алгоритм численного моделирования, разработанный для СФД.

В результате моделирования получены зависимости изменения расхода через регулятор от углового положения привода и от перепада давления на регуляторе.

Результаты моделирования могут использоваться при диагностике технического состояния системы автоматического управления (САУ) ЖРД.

Разработка ракет с жидким ракетным двигателем в СССР в 20 – 60-е гг. 20-века

Белоусов О.И.
Научный руководитель — доцент, Балыш А.Н.
МАИ, Москва
belowsov.oleg@yandex.ru

СССР, безусловно, внёс огромный вклад в развитие ракетных технологий. Одним из курсов данной области являются ракеты с жидким ракетным двигателем (ЖРД), старт и расцвет развития которых пришлись на период 1920 – 1960-х годов.

Началось всё с Фридриха Артуровича Цандера. Именно он дал старт исследованиям в данной области: 8 июля 1924 года он опубликовал проект своего межпланетного корабля-аэроплана, в 1929 им был создан первый жидкостный реактивный двигатель ОР-1 с тягой 5 кг, воздухом в качестве окислителя и бензином в качестве топлива, а в 1932 – ОР-2 с тягой уже 50 кг, на жидком кислороде вместо воздуха и этиловом спирте вместо бензина. В 1931 году Цандер возглавил секцию реактивных двигателей при Бюро воздушной техники Центрального совета Осоавиахима (Общество содействия обороне, авиационному и химическому строительству), позднее ГИРД (Группа изучения реактивного движения). В организации этой группы принимал участие и тот, кто впоследствии продолжил активно развивать идеи Фридриха Артуровича – С. П. Королёв.

Под руководством Сергея Павловича был создан простейший ракетоплан РП-1 с ЖРД, доработан двигатель Цандера ОР-2, достигнув тяги в 100 кг, а также произведён ряд удачных запусков ракет «09», ГИРД-Х и «07» (1933 г.). Эти запуски показали, что ЖРД с жидким кислородом не очень удобны в эксплуатации – ведь жидкий кислород является кипящим окислителем, что не позволяет долго держать на старте ракету. Поэтому Королёв в дальнейшей работе решил использовать некипящий окислитель – азотную кислоту. Первой ракетой с ЖРД с некипящим двигателем стала ракета «212» (1936 г.). Этот ЖРД модели ОРМ-65 с тягой 175 кг был сконструирован В. П. Глушко, и этот же двигатель был использован в ракетоплане РП-318. Таким образом, за три года тяга была увеличена всего лишь на 75 кг, из-за чего часть работников НИИ была арестована, в том числе Королёв и Глушко, а руководящую должность заместителя директора и главного инженера НИИ-3 занял А. Г. Костиков.

При нём был успешно испытан ракетоплан РП-318-1 (1940 г.), придуманный Королёвым, доработанный под руководством А.Я. Щербакова и оснащённый ЖРД с тягой 150 кг, разработанным Л. С. Душкиным. Душкин также разработал другой ЖРД Д-1А-1100 с тягой в 1200 кг (1942 г.). И всё же под его руководством НИИ имел малую результативность, за что тот лишился должности, а Королёв и Глушко вновь получили работу.

И тут стоит упомянуть, что существенным подспорьем для развития этой отрасли ракетостроения стало поражение Германской империи в Первой мировой войне. Лишённые, согласно условиям Версальского договора, возможности иметь тяжёлую дальнобойную артиллерию, танки и боевую авиацию, немецкие военные ясно осознавали необходимость разработки для страны принципиально новых видов вооружения. А поскольку ещё в 1912 году Герман Оберт пришёл к выводу о преимуществах использования жидкого топлива перед газообразным, то развитие данной отрасли у немцев пошло стремительно – уже в 1930 году успешно прошли испытания ЖРД конструкции Оберта, а в 1942 Вернер фон Браун представил ракету Фау-2 (А-4) со стартовой тягой 25000 кг, дальностью полёта 320 км и максимальным отклонением 5 км по дальности и в боковом направлении.

Спустя некоторое время советскому руководству стало известно о наличии у немцев ракет дальнего действия. В 1944 годы мы исследовали их резервный исследовательский полигон «Хейделагер», где происходила отработка доведения до боевой надёжности А-4. В результате в конце

мая 1946 года был создан институт «Нордхаузен» для проведения всего комплекса работ, связанных с изучением, восстановлением и испытанием ракеты А-4, в организации которого как раз и приняли участие вернувшиеся к работе Королёв и Глушко. Вследствие работы института 25 ноября 1950 года на вооружение был принят первый советский ракетный комплекс с ракетой Р-1, являвшейся копией Р-4, имевшей дальность 270 км, максимальное отклонение 5 км по дальности и 4 км в боковом направлении. После 27 ноября 1951 года на вооружение поступает баллистическая ракета Р-2 с максимальной дальностью уже 576 км, максимальным отклонением 8 км по дальности и 4 км – в боковом направлении. Следующей стала ракета Р-5, принятая на вооружение в 1955 году, имевшая дальность 1200 км, максимальное отклонение 1,5 км по дальности и 1,25 км – в боковом направлении, а также на её основе появился Р-5М – первый советский ракетный комплекс с ядерным боезарядом. В 1960 году поступают на вооружение Р-7 (СС-6) с максимальной дальностью 8000 км и её модернизированный вариант Р-7А с максимальной дальностью 12000 км. На их основе впоследствии возникли транспортные космические системы в виде двух-, трёх- и четырёхступенчатых ракет-носителей: «Спутник», «Восток», «Союз» и «Молния».

Литература

Балыш А.Н. Реактивное вооружение в России: из истории создания и развития – М.: Изд-во МАИ, 2016. – 160 с.

Разработка методики математического моделирования самовоспламеняющихся жидких топлив

Боровиков Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Боровик И.Н.
МАИ, Москва
deman.994@ya.ru

Наиболее распространенным способом математического моделирования рабочих процессов в камерах сгорания авиационных и ракетных двигателей на сегодняшний день является использование flamelet модели с газообразным топливом и окислителем, при этом и топливо, и окислитель описываются как непрерывные жидкости. Такой подход позволяет оценить интегральные характеристики и приблизительное распределение температур в камерах сгорания. Для получения более точных характеристик камер сгорания и распределения параметров в них требуется учесть фазовое состояние топлива и окислителя, попадающего в камеру сгорания, а также распыл и испарение капель компонентов.

Для моделирования этих процессов был использован программный комплекс ANSYS CFX. Расчет производился на примере одной шестой части камеры сгорания ракетного двигателя. Учитывалось движение капель топлива в камере сгорания, использовалась модель испарения капель, модель, позволявшая моделировать отражение капель от стенок камеры. Для расчета самовоспламенения использовались модифицированная модель горения типа EDM и допущение о воспламенении горючего и окислителя в газовой фазе.

В результате было получено распределение теплофизических параметров в камере сгорания ракетного двигателя.

Разработанная методика позволяет с высокой точностью моделировать внутрикамерные процессы в ракетных двигателях.

Список литературы

1. Васильев А. П., Кудрявцев В. М., Кузнецов В. А., Курпатенков В. Д., Обельницкий А. М., Поляев В. М., Полуян Б. Я. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей: Учебник / Под ред. В. М. Кудрявцева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. школа, 1983.
2. S. S. Sazhin, E. Shchepakina, V. Sobolev. Modelling of sprays: recent results and future challenges. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1096(2018)
3. S. R. Jain Self-igniting Fuel-oxidizer Systems and Hybrid Rockets. Journal of Scientific & Industrial Research Vol. 62, April 2003, pp 293-310.
4. Basu S., Agarwal A. K., Mukhopadhyay A., Patel C. C 2018 Droplet and Spray. Application for combustion and Propulsion (Singapore: Springer)

Численное моделирование процесса горения в сверхзвуковом ПВРДТТ с учетом выгорания поверхности

Брызгалов А.И.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Якуш С.Е.
ИПМех РАН, Москва
mathematiker1991@mail.ru

В настоящее время активно разрабатываются прямоточные воздушно-реактивные двигатели. При скоростях 2,5<M<5 наиболее эффективным является ПВРД с дозвуковой камерой сгорания. Для гиперзвуковых скоростей M>5 более эффективен ПВРД со сверхзвуковым течением в камере сгорания [1]. Применению ПВРД со сверхзвуковой камерой сгорания препятствуют неустойчивость. В данной работе проведено численное моделирование горения в камере сгорания с учетом выгорания поверхности заряда твердого топлива и представлены результаты в виде полей температуры и числа Маха в различные моменты времени.

Рассматривается пространственная задача в осесимметричной постановке. В модель входят: уравнения движения многокомпонентного вязкого теплопроводного газа, подчиняющегося уравнению Менделеева–Клапейрона, модель турбулентности k-epsilon, уравнение энергии, уравнения переноса компонент топлива. Турбулентное горение описывается моделью EDC (Eddy Dissipation Concept), в которой локальная скорость химических превращений считается конечной, так что скорость турбулентного горения определяется интенсивностью смешения компонентов и временем пребывания смеси в камере сгорания. Химическая кинетика представлена одной брутто-реакцией горения ПММА (полиметилметакрилат), который при нагревании до температуры кипения газифицируется, распадается на мономер ММА(метилметакрилат) и участвует в реакции окисления с атмосферным кислородом. Первоначальная геометрия взята из экспериментальной работы [1] и представляет собой стабилизатор, цилиндрическую часть и коническую часть. В качестве параметров на входе задаются параметры торможения воздуха T=1156 K и P=16.68 атм, взятые работы[1].

Задача решалась численно на равномерной декартовой сетке в цилиндрической системе координат. Пользователем задавались временные интервалы, на которых передвигалась поверхность. Решение в этих интервалах проводилось по неявной схеме до стационарного состояния или по достижении верхнего предела количества итераций. Шаг по времени использовался для каждой ячейки свой. Система уравнений химической кинетики ввиду ее жесткости решалась за два полушага с использованием расщепления Странга. Геометрия описывалась методом «погруженных границ»[4], в котором интерфейс описывается функцией расстояния до поверхности, а в перерезанных ячейках пересчитываются потоки по известному алгоритму[4]. Потоки на гранях ячеек рассчитывались по схеме SLAU [3], подходящей как для малых, так и для больших чисел Маха. Зажигание смеси в камере сгорания моделировалось подачей на начальном интервале до 1 мс теплового потока кВт/м^2 по всей поверхности заряда.

Расчет проводился до 4 секунд с передвижением поверхности каждые 0,1 с и выдачей в 1 с. В стабилизаторе наблюдается повышение температуры, с выгоранием заряда максимум температуры перемещается вглубь канала и поля температуры становится более растянутыми. Максимум температуры в стабилизаторе вызван наличием застойной зоны, в которой образуется смесь продуктов сгорания ТТ и воздуха. Число Маха увеличивается при выходе из цилиндрической части в расширяющуюся часть. При выгорании заряда ТТ видны скачки уплотнения. Расчеты показывают, что при расширении канала заряда в камере сгорания возникают скачки уплотнения.

Результаты расчета процессов в сверхзвуковом ПВРДТТ показывают, что температура и число Маха чувствительны к изменению формы канала заряда, и в процессе его выгорания демонстрируют различное поведение. При выгорании заряда топлива в камере сгорания образуются скачки уплотнения и температура выравнивается по длине двигателя. Это может привести к исчезновению застойной зоны заряда. Таким образом, канал заряда должен быть достаточно широк, чтобы в нем мог быть сверхзвуковой режим течения, и достаточно узок – чтобы пламя было устойчивым. Дальнейшие исследования будут направлены на уточнение моделей выгорания, чтобы получить количественное совпадение результатов расчетов с экспериментом.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-29-01084

Список литературы

1. Ben-Yakar, A. Investigation of a Solid Fuel Scramjet Combustor / A. Ben-Yakar, B. Natan, A. Gany // Journal of Propulsion and Power – 1998. – V. 14. – № 4. – P. 447-455.

2. Rashkovskiy, S.A. Stabilization of solid fuel combustion in a ramjet engine/ S.A. Rashkovskiy, S.E. Yakush, Combustion stability in a solid-fuel ramjet engine / S.E. Yakush, A.A. Baranov // Journal of Physics: Conf. Series – 2018. – Series 1009. – P. 1-11.

3. Kitamura, K. Reduced dissipation AUSM-family fluxes: HR-SLAU2 and HR-AUSM+-up for high resolution unsteady flow simulations / K. Kitamura, A. Hashimoto // Computers and Fluids – 2016. – 126. – P. 41-57.

4. Hu X.Y. A conservation interface method for compressible flows / X.Y. Hu, B.C. Khoo, N.A. Adams, F.L. Huang // Journal of computational physics – 2006 – 219 – P. 553-578.

Исследование влияния коэффициента избытка окислителя на силовые характеристики ракеты

Виссарионова Е.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Уразбахтин Ф.А.
ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Воткинск
pusik-visna@rambler.ru

Исходными данными при проектировании ракеты являются основные тактико-технические требования, основные из которых дальность полета, полезная нагрузка и эффективность.

Для доставки полезного груза ракетой на заданное расстояние на ее борту должен находиться достаточный запас топлива. Известно, что чем меньшее количество топлива требуется, тем легче будет ракета. Кроме того, при неудачном соотношении компонентов топлива возможна не полная реакция горения. Это приводит к увеличению количества топливной смеси и общей массы ракеты.

Чтобы выбрать оптимальный коэффициент избытка окислителя, необходимо предварительно произвести тепловой расчет ЖРД.

Данный вопрос рассмотрен на примере продуктов сгорания, созданных путем реакции горючего – гидразина и окислителя – тетраоксида диазота. Это топливо используется в большинстве ракет ЖРД. С использованием методики расчета [Л] произведен расчет силы тяги двигателя для различных значений коэффициента избытка окислителя и построен график зависимости силы тяги от коэффициента избытка окислителя.

По результатам расчета установлено, что:

• Нулевое значение силы тяги будет при коэффициенте окислителя, равном 0,9875;

• С увеличением значения коэффициента избытка окислителя сила тяги увеличивается;

• График зависимости напоминает график степенной функции. Асимптотой этого графика является значение силы тяги, равное 100 кН;

• При увеличении коэффициента окислителя до единицы сила тяги резко возрастает и становится равной 69,993 кН.

Однако рост значений силы тяги существенно замедляется при достижении значения коэффициента окислителя, равного 1,05. После этого идет плавное увеличение значений, и при коэффициенте окислителя, равном 1,2, сила тяги становится равной 99,147 кН, после чего изменяется незначительно, стремясь к 100 кН.

Для более точного определения оптимального коэффициента избытка окислителя был введен еще один параметр – производная силы тяги по количеству окислителя Z. В результате расчета график получился в виде гиперболы, которая берет свое начало в точке Z=5600883,055 и далее резко уменьшается при увеличении коэффициента избытка окислителя. В интервале значений коэффициента избытка окислителя от 1,1 до 1,2 происходит перегиб функции Z. При возрастании значений коэффициента избытка окислителя свыше 1,2 значение Z стремится к нулю.

Из анализа полученных расчетов следует, что оптимальным значением коэффициента избытка окислителя для жидкого топлива на основе гидразина и тетраоксида диазота является 1,2. Использование смеси с более низким коэффициентом избытка окислителя не позволяет достичь максимально возможного значения силы тяги.

Использование коэффициента величиной более 1,2 не целесообразно, так как наблюдается лишь незначительное увеличение силы тяги из-за того, что возникает избыток окислителя и нехватка горючего. Кроме того, происходит значительное увеличение массы двигательной установки за счет увеличения массы окислителя, объемов бака и силовых конструкций.

Литература

Володин, В.А. Конструкция и проектирование ракетных двигателей. – М.:Машиностроение, 1971.

Разработка методических рекомендаций по созданию перспективной космической системы

Герасимов А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Мытищи
Stalkeri08@mail.ru

В России эксплуатируются и создаются средства выведения от лёгкого до сверхтяжёлого классов, предназначенные для выведения различных полезных нагрузок на орбиту Земли и отлётные траектории существующие одноразовые ракеты-носители имеют очень низкий коэффициент полезного действия, что связано со значительными затратами на постройку самих агрегатов, которые в большинстве своем являются одноразовыми и после каждого запуска требуется их замена. В основном агрегаты имеет большой ресурс, который не расходуется полностью во время единичного полета. В системах многоразового использования проблема решается, так как для каждого запуска ракеты не надо изготавливать новые агрегаты.

Характеристики ракеты космического назначения возможно улучшить, в частности, за счет использования инновационных технологий.

Двигательные установки, использующие перспективные компоненты топлива и трехкомпонентные ЖРД.

Перелив топлива позволяет значительно уменьшить заправляемый запас топлива и массу второй ступени. Кроме того, отпадает необходимость в дросселировании двигательной установки ступени, что повышает тяговооруженность ракеты в полете. В результате при фиксированном общем запасе топлива ожидается повышение массы выводимого полезного груза. Одним из возможных путей повышения энергетических характеристик ракеты-носителя, в основном тяжелых и сверхтяжелых классов, является улучшение конструкции второй ступени (весовой эффективности), то есть к моменту отделения боковых блоков происходит перелив запасов топлива из баков первой ступени и осуществляется дозаправка баков второй ступени.

При орбитальном полете космического аппарата также возможно выполнение операции по равномерному распределению запасов топлива между всеми баками. В результате обеспечивается необходимая центровка, стабилизация и коррекция орбиты. При использовании кораблей-танкеров и стыковке их со станцией может быть решена задача обеспечения космической станции необходимым запасом топлива. После стыковки, проведения всех проверок и подготовительных операций производится перелив топлива в условии невесомости из баков-резервуаров корабля-танкера в баки модулей станции за счет разницы давления в баках станции и танкера.

Анализ газовой динамики сопла с изломом контура для трехкомпонентного ЖРД

Ермашкевич А.А., Шулаков К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воробьев А.Г.
МАИ, Москва
alex.ermashkevich@yandex.ru

Одной из проблем трехкомпонентных ЖРД являются значительные потери удельного импульса из-за необходимости поддержания двух режимов работы. Результаты термогазодинамических расчетов показывают существенную разницу в газодинамических профилях камеры сгорания и сопла для двух режимов работы двигателя. Профилирование сопла только по газодинамическому профилю первого режима работы приводит к значительному увеличению потерь и снижению удельного импульса на втором режиме работы двигателя. В свою очередь, профилирование сопла по газодинамическому профилю второго режима работы ведет к повышению общей массы ДУ.

На основании этого в трехкомпонентных ЖРД является рациональным применение высотных сопловых насадков: гладкого или с изломом контура. При использовании гладкого соплового насадка невозможно обеспечить расчетную степень расширения сопла, что ведет к потерям удельного импульса. Сопловой насадок с изломом контура позволяет получить заданную степень расширения сопла с минимальными потерями по тракту, обусловленными параболической формой сопла.

Работа посвящена доказательству целесообразности использования высотного соплового насадка с изломом контура для трехкомпонентного ЖРД, рассматриваемого в [Л]. Проведен термогазодинамический расчет камеры сгорания и сопла на двух режимах работы двигателя (первый режим: кислород – керосин – водород, доля водорода в топливной смеси 3% от суммарного массового расхода компонентов; второй режим: кислород – водород). Предложены различные

варианты профиля сопла трехкомпонентного ЖРД. Выделены их преимущества и недостатки. Сформулирован ряд допущений, и проведено численное моделирование газовой динамики течения продуктов сгорания с помощью программного комплекса ANSYS CFX.

Исходя из результатов расчетов можно сделать вывод, что применение высотного соплового насадка с изломом контура для трехкомпонентных ЖРД является предпочтительным решением. Оно позволяет уменьшить массу конструкции и габаритные размеры изделия, снизить потери по тракту камеры на двух режимах работы, что в перспективе приведет к повышению удельного импульса.

Литература

Ермашкевич А.А., Воробьев А.Г., Зубкова П.В. Анализ эффективности и технический облик трехкомпонентных ЖРД: Сборник тезисов докладов 17-й Международной конференции «Авиация и космонавтика – 2018», 19 – 23 ноября 2018. Москва. – М.: Люксор, 2018. С. 76 – 77.

Тепловые и гидродинамические механизмы лазерной абляции при создании реактивной тяги

Зиганшин Б.Р.
Научный руководитель — д.т.н. Саттаров А.Г.
КНИТУ-КАИ, Казань
ziga1993@yandex.ru

Концепция лазерной тяги основывается на использовании энергии удаленного лазерного источника. Основополагающими принято считать работы Циолковского, Кантовица и работу [1], а их продолжением ЛА Lightcraft и аэрокосмический аппарат с лазерной тягой [2]. Проведены экспериментальные и теоретические исследования по лазерной тяге [3,4,5].

Прежде всего необходимо выделить работу [6], являющую первой работой по лазерному излучению на металлы. В ней выделяются тепловая и гидродинамическая модели, а между ними – т.н. «переходной» этап. Тепловая модель описывает взаимодействие луча с поверхностью металла и распространением энергии излучения вглубь. Гидродинамическая модель абляции применяется при превышении критической температуры фазового перехода.

Тепловая модель. Тепловой механизм проистекает в случае если критическая температура фазового перехода не превышена. Температура 0,9 -1 $T_{крит}$ рассматривается как переходной режим.

1. 0,0-0,1 $T_{крит}$. Взаимодействие лазера с веществом. Согласно [9] энергозатраты на испарение будут не менее 0,1 затрат на нагрев металла.

2. 0,1-0,9 $T_{крит}$. Основной диапазон тепловой модели.

Есть несколько подходов к тепловой модели, они базируются на решении уравнения теплопроводности, записанного с учетом объемного источника энергии лазерного излучения в виде закона Ламберта – Бэра для ослабления излучения в мишени. Есть и другая версия тепловой модели, где скорость испарения определяется по закону Герца – Кнудсена и температура поверхности мишени изменяется в зависимости от интенсивности лазерного импульса [7].

3. 0,9-1 $T_{крит}$. При высокой интенсивности излучения происходит переход от нормального испарения к фазовому взрыву. Кризис кипения происходит в случае перегрева поверхности длительным импульсом (более 100 нс) [7]. Если слой значительно перегрет, то происходит взрывное кипение, или фазовый взрыв.

Гидродинамическая модель. По мере приближения к критической температуре процесс абляции усложняется и тепловая модель не может полностью охватить все. Поэтому добавляются уравнения состояния, данные о теплоемкости, тепло- и электропроводности вещества в широкой области фазовой диаграммы.

Субпико- и фемтосекудная абляция. В работе [8] выделяются следующие механизмы:

- Двухтемпературная модель. Описывает транспорт энергии внутри металла с помощью связанных уравнений теплопроводности. Кроме самого механизма абляции, описывается и гидродинамическая модель разлета пара [8].

- Сверхбыстрая «холодная» абляция. Состоит из отражения, эмиссии электронов\ионов, заряжения поверхности, субабляционного структурирования поверхности. Несмотря на немалое количество работ по данной теме, целостной картины электронной динамики материалов в абляционном режиме не сложилось.

- Откольная абляция расплава. Под отколом понимается «холодный» разрыв твердой мишени при фронтальном ударе, создающем ударную прямую волну, которая распространяется в мишени и отражается на тыльной стороне в виде обратной «неударной» волны разрежения. На текущий момент

появилась идея понимания откола как парового разрыва акустически – релаксированного поверхностного расплава

- Гидродинамический разлет закритического флюида (т.н. «фазовый взрыв»)

Список литературы

1. Бункин Ф.В., Прохоров А.М. Использование лазерного источника энергии для создания реактивной тяги // Успехи физических наук. Июль 1976. Т. 119. № 3. С. 425-446.

2. Резунков Ю.А. Лазерные системы реактивной тяги // Природа. 2017. № 4 (1220). С. 3-13.

3. Саттаров А.Г., Сочнев А.В. Исследование составляющих лазерной реактивной тяги при помощи уравнения регрессии второго порядка // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2016. Т. 72. № 1. С. 32-39.

4. Саттаров А.Г., Сочнев А.В. Измерение продолжительности импульса оптического разряда в воздухе и на модели СНО-состава для оценки мощностных параметров и режима работы импульсного лазера // Труды Академэнерго. 2016. № 3. С. 133-140.

5. Саттаров А.Г., Сочнев А.В., Бикмучев А.Р. Статическая устойчивость по угловому движению летательного аппарата со штыревым коническим соплом на лазерной тяге // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2018. № 2. С. 142-145.

6. Анисимов С.И., Имас Я.А., Романов Г.С., Ходыко Ю.В. Действие излучения большой мощности на металлы. – М.: Наука, 1970.

7. Булгаков А.В., Булгакова Н.М., Бураков И.М. Синтез наноразмерных материалов при воздействии мощных потоков энергии на вещество. – Новосибирск: Институт теплофизики СО РАН, 2009. – 462 с.

8. Ионин А.А., Кудряшов С.И., Самохин А.А. Абляция поверхности материалов под действием ультракоротких лазерных импульсов // Успехи физических наук, Февраль 2017. Т. 187. № 2. С. 159-172.

9. Либенсон М.Н., Яковлев Е.Б., Шандыбина Г.Д. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика).Часть II. Лазерный нагрев и разрушение материалов. – СПб.: НИУ ИТМО, 2014. – 181 с.

Численное моделирование характеристик камеры жидкостного ракетного двигателя на топливных парах «водород-кислород» и «керосин-кислород»

Зубанов В.М., Максимов А.Д., Чубенко Т.А.
Самарский университет, Самара
waskes91@gmail.com

Характеристики жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) – это зависимости его выходных параметров от внешних и внутренних, определяющих работу двигателя. К выходным параметрам ЖРД относятся тяга, удельный импульс тяги и др., к внешним параметрам − давление и температура компонентов топлива на входе в двигатель, их плотность, давление, влажность и температура окружающей среды (ОС), температура конструкции, положение органов регулирования.

Внутренними параметрами ЖРД являются давление в камере сгорания (КС), массовые расходы, соотношение компонентов топлива и другие параметры внутрикамерных процессов.

Параметры, в наибольшей степени воздействующие на тягу и удельный импульс тяги ЖРД:

• Соотношение компонентов топлива;
• Давление в КС;
• Давление ОС.

В данной работе были рассмотрены три представляющие наибольший фактический интерес характеристики для камер двигателей, работающих на жидком кислороде и жидком водороде и на жидком кислороде и керосине:

• По составу топлива (изменения соотношения компонентов);
• Дроссельная (изменение давления в КС);
• Высотная (изменение давления ОС).

Характеристика ЖРД по составу топлива – зависимость тяги и удельного импульса тяги от соотношения компонентов при постоянных давлениях ОС и в КС. В двигатель должна поступать топливная смесь определённого состава, отвечающая заданным значениям давлений окислителя и горючего. В процессе работы не исключено расхождение этих значений относительно номинальных, ведущее к искажению топливного состава и вследствие этого – к понижению выходных параметров двигателя.

Дроссельная характеристика ЖРД– зависимость тяги и удельного импульса тяги от давления в КС при постоянном составе топлива и давлении ОС. При работе двигателя крайне важно выдерживать

необходимое давление в камере, так как с изменением давления прямо пропорционально изменяются тяги и удельный импульс тяги.

Высотная характеристика – зависимость тяги и удельного импульса тяги от давления ОС при постоянном давлении в КС и от компонентного состава топлива. Эта характеристика является крайне важной, потому что ЖРД в процессе эксплуатации работает при переменном давлении ОС.

Двигатели имели следующие параметры:

• Тяга 1760 кН;

• Давление в камере сгорания 14,6 МПа;

• Номер ступени − 2;

• Относительная расхода напряжённость 1,55·⟦10⟧^(-4) кг⁄(Н·с);

• Компоненты топлива: кислород+водород (O_2+H_2), кислород+керосин (O_2+Т-1).

Для проведения исследования в программе NX 8.5 была создана геометрия расчётной области. Она представляет собой тридцатиградусный сектор камеры ЖРД и выходную область. Эти объекты были разбиты на сетку конечных элементов с помощью программы ANSYS CFX со следующими параметрами:

• Количество элементов − 1500000;

• Параметр скошенности (Skewness) – 0.98;

• Максимальный размер элемента 10 мм;

• Минимальный размер элемента 0,1 мм.

Расчётная модель создавалась путём наложения граничных условий:

• Полное давление на входе;

• Статическое давление ОС на срезе сопла;

• Полная температура на входе 3700 К;

• Полная температура на срезе сопла 300 К;

• Модель теплопередачи Total Energy;

• Процессы, абсолютно установившиеся (моделирование проводилось в стационарной постановке);

• Модель турбулентности k-ε;

• Интенсивность турбулентности на входе 5%;

• Учитывалось влияние вязкости среды;

• Модель диссипации вихря Eddy Dissipation.

Для характеристики по составу топлива для двигателя на компонентах O_2+H_2 использовалась модель горения тонкого фронта пламени Flamelet из стандартной библиотеки ANSYS CFX коэффициент избытка окислителя задавался в интервале 0,8-1,2; для двигателя на компонентах O_2+Т-1 использовалась модель горения тонкого фронта пламени Flamelet «JetA Oxygen WD1» из стандартной библиотеки ANSYS CFX, коэффициент избытка окислителя задавался в интервале 0,7-1,1.

Исследование дроссельной и высотной характеристик двигателя на компонентах O_2+H_2 осуществлялось с помощью систем реакций с моделью горения Eddy Dissipation в интервале давлений от 1 до 30 кПа и 0,9-1,1 от номинального давления в камере. Аналогично были получены характеристики двигателя на компонентах O_2+Т-1 с помощью систем реакций с моделью горения EDM.

Сходимость решения оценивалась по математическим и интегральным параметрам, которые были постоянны для установившегося решения.

В результате исследования были получены зависимости тяги и удельного импульса тяги от давления ОС, от соотношения компонентов и от давления в КС. Высотная характеристика показывает увеличение тяги и удельного импульса тяги с набором высоты на 0,5%, график зависимости выходных параметров от компонентного состава топлива был сопоставлен с данными из справочника В.П. Глушко, в результате чего можно сделать вывод, что полученная зависимость сопоставима со справочной, с увеличением давления в КС пропорционально увеличиваются тяга и удельный импульс тяги, что соответствует действительности.

Программный комплекс для расчёта массовых, центровочных и энергетических параметров РДТТ

Куприк Д.А.
Научный руководитель — Выбрик М.Е.
ПАО «Долгопрудненское научно-производственное предприятие», Долгопрудный
dk7189317.d@yandex.ru

Испытания являются неотъемлемой частью программ разработки, опытной отработки и создания высокоэффективных, надёжных ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ). РДТТ может быть испытан как автономно, при проведении огневых стендовых испытаний, так и в составе летательного аппарата (ЛА) на этапе летных испытаний. Основными задачами, решаемыми при проведений испытаний РДТТ, являются:

• Подтверждение заданного уровня энергетических характеристик и оценка соответствия значений основных параметров заданным;

• Проверка работоспособности двигателя во всем заданном диапазоне изменения внешних условий и режимов работ.

Оценка параметров РДТТ проводится на основании телеметрических данных, полученных в ходе испытаний.

Для решения данной задачи на языке программирования «C++» был реализован программный комплекс, состоящий из:

• Программы расчёта энергетических характеристик РДТТ;

• Программы расчёта массоцентровочных характеристик РДТТ во время работы.

Интерфейс программы расчёта энергетических характеристик представляет рабочую область с «кейсами» для открытия файлов телеметрической информации и ввода данных. Программа состоит из трех блоков. Исходными данными для неё являются:

• Массив данных по давлению в камере сгорания;

• Массив данных по высоте полёта ЛА (при проведении лётных испытаний);

• Массив данных по перегрузкам, оказываемым на ЛА в полёте.

В первом блоке происходит обработка исходных данных: выбор из массива данных участка работы двигателя, аппроксимация данных до требуемого числа точек.

Во втором блоке происходит расчёт атмосферного давления на основании данных о высоте полёта ЛА и расчёт энергетических характеристик РДТТ, таких как величина разгара критического и выходного сечения сопла, тяга двигателя на траектории и в вакууме, суммарный импульс тяги на траектории и в вакууме, относительная тяга двигателя.

Третий блок служит для представления результатов расчёта. Вывод реализован в форме таблицы результатов, построения графиков тяги РДТТ – по абсолютному и относительному времени, а также предусмотрена возможность записи результатов в текстовый файл.

Вторая программа, входящая в состав комплекса, позволяет провести расчёт массовых и центровочных характеристик РДТТ в течение работы. Исходными данными служат:

• Масса двигателя;

• Масса заряда твёрдого топлива;

• Координата центра масс;

• Время работы двигателя.

Результаты расчёта представляются в табличном и графическом виде (график изменения массы двигателя и положения центра масс), реализована возможность записи результатов в текстовый файл.

Разработанный программный комплекс позволяет значительно повысить точность и снизить трудоёмкость процесса обработки результатов испытаний.

Советский космический проект полета на Марс

Лутошкина А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Токтамысов С.Ж.
МАИ, Москва
rinenotr@yandex.ru

В области покорения космоса в СССР строились грандиозные планы. Масштабные научные идеи советских ученых опережали время. Особый интерес наша наука проявляла к Марсу; ученые полагали, что к концу XX века мы точно построим там научные базы. На то были основания: советский аппарат «Марс-3» первый совершил посадку на красную планету. Старт первого полёта на

Марс планировался на 8 июня 1971 года, возвращение на Землю – 10 июля 1974. Позже эти разработки легли в планирование проекта «МАВР», предусматривающего полёт к Марсу с промежуточным облётом Венеры, которым занимались в ОКБ-1. Но после смерти главного конструктора Сергея Павловича Королёва проект был закрыт. Путешествия по галактике казались реальностью: советские космонавты готовились к полётам, а студенты авиационных вузов писали дипломные работы по установке оранжерей на межпланетных космических кораблях. Несмотря на недостатки технического обеспечения, при должных поправках и появлении новых возможностей, программа межпланетного космического полёта могла быть выполнена. На макете межпланетного корабля проводились длительные испытания систем жизнеобеспечения в условиях, имитирующих межпланетный полет. Кстати, по словам Владимира Бугрова, соратника конструктора Сергея Королева, в 60-е годы СССР не собирался участвовать в лунной гонке, потому что планировал высадку космонавтов не на Луну, а на Марс. Высадку на Луну же рассматривали только как промежуточную, а ракета-носитель Н-1 строилась именно как марсианская.

Исследование процесса течения рабочего тела в камере жидкостного ракетного двигателя при различных моделях горения топливной пары «кислород—водород»

Максимов А.Д., Чубенко Т.А.
Научный руководитель — Зубанов В.М.
Самарский университет, Самара
asddsa2014@mail.ru

При проектировании жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) необходимо иметь подробные сведения о: газодинамических параметрах в проточной части, предопределяющих совершенство рабочих процессов, энергетических характеристиках, состоянии конструкции. Не так давно задачи по нахождению этих параметров в основном решались экспериментальным методом.

Существенно сократить время определения характеристик ЖРД позволяет моделирование рабочих процессов с помощью вычислительной гидрогазодинамики (CFD).

Процессы горения, протекающие в камере, особенно важны, поэтому их следует учитывать при определении параметров камеры. На процесс горения влияет большое количество факторов, сильно усложняющих его описание и расчет. Кроме таких факторов, как начальные температура и давление, на процесс горения влияют состав топливной смеси, интенсивность и степень турбулентности, процессы тепло- и массообмена и др.

Целью данной работы является выбор оптимальной модели горения «кислород-водород» для моделирования рабочих процессов в камере ЖРД.

В качестве предмета исследования был выбран двигатель тягой 1760 кН, геометрической степенью расширения 1000 и давлением в камере сгорания 14,6 МПа.

Геометрия камеры была построена в программе NX 8.5, её сеточная модель создана в программе ANSYS Meshing со следующими параметрами: 1) Количество элементов – 900000; 2) Максимальный размер элемента – 12 мм; 3) Минимальный размер элемента – 0.1 мм; 4) Параметр скошенности Skweness – 0,97.

Чтобы увеличить качество расчёта и уменьшить его время, проводились следующие мероприятия:

создавался пристенок, геометрия которого была спроектирована с учётом оптимального избытка окислителя;

рассматривалась секторная модель камеры в 30°;

использовалась функция Smoothing;

использовалась функция Inflation по продольному сечению сектора камеры, с максимальной толщиной 0,5 мм;

использовалась функция Face sizing на входе в пристеночный слой и в критическом сечении, с размерами элементов 50 мкм с «мягким» изменением параметров;

использовалась функция Sweep method по наружной поверхности камеры и выходной области.

Для настроек узлов конечных элементов, находящихся в серединах сторон, использовались глобальные настройки. Src/Trig Selection – Manual Sourece and Trageet. Free Face Mesh Tupe – All Quad.

Расчёт течения рабочего тела проводился в программе ANSYS CFX, указывались граничные зоны, в которых задавались следующие параметры:

статическое давление на срезе сопла (Static Pressure) P_a = 14,6 кПа;

массовые расходы (Mass Flow Rate) на входе: в ядре потока $\dot{m}$=394 кг/с и пристеночном слое – $\dot{m}$=18 кг/с;

полная температура (Total Temperature) на входе: в ядре потока T=3700 К и в пристеночном слое T = 2485 К;

модель турбулентности k-epsilon;

модель теплопередачи Total Energy;

учитывалось влияние вязкости среды;

процессы абсолютно установившиеся (моделирование проводилось в стационарной постановке);

интенсивность турбулентности на входе 5%.

Было проведено исследование нескольких моделей горения.

Первым этапом стал расчёт замороженного течения продуктов сгорания с равновесным составом, определенным из термодинамического расчёта в программе TERRA, как является наиболее простого и нересурсозатратного. Массовые доли были получены путём перевода из мольной концентрации, при этом пренебрегали ионами, электронами и веществами, массовая доля которых составила менее 10-10.

Следующим этапом рассматривалась модель горения тонкого фронта пламени Flamelet из стандартной библиотеки ANSYS CFX. Данная модель рассматривает диффузионное турбулентное пламя, когда реагирующие вещества подаются в камеру сгорания раздельно и скорости реакций зависят от степени смешения компонентов. Предполагается, что горение происходит в тонких слоях с внутренней структурой, называемой тонким фронтом пламени.

Затем был проведён расчёт системы упрощенных реакций с моделью диссипации вихря EDM (The Eddy Dissipation Model). В этой модели рассматривается кинетическое горение заранее перемешанной смеси, когда компоненты смеси заранее перемешаны до того, как они начали реагировать, и процесс горения рассматривается как распространение фронта пламени от горячих продуктов сгорания к холодной смеси горючего и окислителя. Модель основана на представлении, что для очень быстрых реакций скорость образования продуктов сгорания определяется временем смешения. Скорости реакции определяются масштабом времени смешения крупных вихрей.

Разработка методики математического моделирования работы топливной форсунки

Минин А.К., Боровиков Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Боровик И.Н.
МАИ, Москва
arsick2000@yandex.ru

Моделирование распыла топлива форсунками является необходимым этапом при проектировании эффективных камер сгорания как авиационных, так и ракетных двигателей. Именно работа форсунок зачастую определяет картину при горении в камерах сгорания. Математическое моделирование форсунок – сложная научно-техническая задача, основная сложность которой определение начального приближения. Отсутствие начального приближения ведет, в лучшем случае, к крайне медленной сходимости расчета, а в большинстве случаев расчет и вовсе не сходится из-за высоких локальных градиентов параметров на выходе из форсунки. Для обеспечения стабильной сходимости расчета и высокой скорости сходимости была разработана и протестирована четырехступенчатая методика расчета форсунок в программном комплексе Ansys CFX. При этом на каждом последующем этапе в качестве начального приближения использовался результат расчета на предыдущем этапе. В основе методики лежит принцип запуска реальных форсунок – продувка форсунки и последующая подача компонентов топлива или окислителя.

На первом этапе в расчете фигурирует только непосредственно форсунка, при этом используется грубая сетка без пристеночного слоя и вся расчетная область заполняется газовой средой, соответствующей среде, в которую происходит истечение рабочего тела из форсунки.

После установления картины течения в форсунке в нее подаются компоненты топлива и окислителя, по-прежнему на грубой сетке.

Когда картина течения топлива и окислителя внутри форсунки установлена, к ней присоединяется область, в которую происходит истечение компонентов. В результате расчета получается картина течения в окрестности форсунки.

На заключительном этапе результат расчета уточняется, строится качественная расчетная сетка с пристеночным слоем и измельчением сетки в необходимых областях; при возможности применяется адаптация сетки по параметру массовых или объемных долей компонентов.

Данный алгоритм расчета был протестирован на нескольких форсунках: однокомпонентных центробежных форсунках различной геометрии с истечением воды в газовую среду и

двухкомпонентной форсунке с азотным тетраоксидом и несимметричным диметилгидразином, и с истечением в среду, заполненную смесью продуктов сгорания.

Представленный алгоритм позволяет ускорить сходимость за счет использования на большинстве этапов расчета грубой сетки, а также обеспечивает стабильность сходимости расчета за счет качественного начального приближения на каждом этапе.

Список литературы

1. Васильев А. П., Кудрявцев В. М., Кузнецов В. А., Курпатенков В. Д., Обельницкий А. М., Поляев В. М., Полуян Б. Я. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей: Учебник / Под ред. В. М. Кудрявцева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. школа, 1983.

2. Хлопов А. Д. Расчётное исследование истечения жидкости из струйной форсунки VoF-методом // XLIV Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018. – С. 393.

3. Алемасов В. Е., Дрегалин А. Ф. Тишин А. П. Теория ракетных двигателей: Учеб. пособие. / Под ред. В. П. Глушко – М.: Машиностроение, 1989.

4. Силютин М. В., Шустов С. А. Физическая модель рабочих процессов в камере сгорания ЖРДМТ со струйно-центробежными форсунками на самовоспламеняющихся компонентах топлива. / Статья: УДК 541.1.011:536.246.

5. Боровик И. Н. Влияние дисперсности распыла капель форсунками на полноту сгорания топлива в жидкостном ракетном двигателе [Текст] / И. Н. Боровик, Е. А. Строкач // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2016. №44.

Обоснование выбора формы топливных элементов в газогенераторах пиротехнических изделий

Морель Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Арсентьева М.В.
ТулГУ, Тула
dimc1998@gmail.com

В настоящее время активно развиваются различные системы и комплексы вооружения, в связи с чем возникает необходимость наличия современных средств защиты, способных им противостоять. Для обеспечения требуемых тактико-технических характеристик при проектировании изделия необходимо проводить испытания, как натурные, так и вычислительные. Например, при создании средств противодействия, таких как ложные цели (ЛЦ), предназначенных для защиты ЛА от высокоточных образцов вооружения с головками самонаведения, необходимо добиться требуемых параметров рабочего процесса. Поскольку для выполнения боевой задачи изменение параметров рабочего процесса в газогенераторах указанных изделий должно иметь достаточно сложный характер, в них применяются топливные элементы (ТЭ) сложной формы, зачастую состоящие из нескольких ТЭ различных по геометрии и химическому составу [1].

С целью расчета параметров рабочего процесса в газогенераторе ЛЦ был разработан программный комплекс [2], позволяющий учитывать особенности таких процессов, а также проводить расчеты для изделий, количество ТЭ в которых может достигать четырех. Причем каждый из них может иметь различную форму, в том числе сложную геометрию, например цилиндрический ТЭ с глухим коническим каналом или многошашечный заряд с продольно нарезанными рифлями и т.п.

Результатами численного моделирования рабочего процесса в газогенераторе ЛЦ являются графики зависимости давления и тяги от времени [3, 4]. Анализируя полученные результаты можно сделать выводы о правильности выбора геометрии топливных элементов и состава топлива, из которого они должны быть изготовлены, и далее, варьируя этими параметрами, достичь оптимальных значений параметров рабочего процесса для проектируемого изделия.

Список литературы

1. Арсентьева М.В., Митин А.А., Шабалин А.Н. Особенности расчета рабочего процесса газогенераторов пиротехнических систем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 12-1. С. 44-48.

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., Митин А.А., Морель Д.А. Учет неодновременности воспламенения топлива при расчете внутрибаллистических процессов в пиротехнических газогенераторах // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 11. С. 27-30.

4. Арсентьева М.В., Никитин В.А., Хромов А.С. Исследование рабочего процесса газогенераторов пиротехнических систем // Современные проблемы пиротехники. Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции. Сергиев Посад. 11-12 ноября 2015 г. – Издательский дом «Весь Сергиев Посад», 2016. С. 98-102.

Исследование испарения в электрическом поле

Содиков Ш.З.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сергеев М.Н.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск; Джайхун, Таджикистан
mihail_sergeev@mail.ru

Испарение капель топлива в ракетном двигателе в значительной степени определяет горение топлива, и, как следствие, параметры рабочего процесса в камере сгорания. Таким образом, интенсификация процесса испарения является актуальной задачей.

Целью данной работы является выяснение влияния величины электрического поля и химического состава испаряющейся среды на интенсивность испарения. Для достижения данной цели была разработана экспериментальная установка, включающая в себя блок питания, ячейку испарения, электроды, создающие внешнее однородное электрическое поле. В ходе эксперимента сравнивалось время испарения жидкости в ячейке испарения с электрическим полем и в идентичной ячейке без поля. Результаты экспериментов показали, что заметные изменения в процессе испарения имеют место при больших электрических полях. В этом случае на поверхности испарения образуется связанный (индуцированный) электрический заряд. Величина этого заряда определяется диэлектрической проницаемостью испаряющейся жидкости и напряженностью внешнего электрического поля. Возникающий на поверхности электрический заряд изменяет условия вылета молекул с поверхности жидкости. Поверхностные свойства жидкости также в значительной степени зависят от наличия в ней растворенных веществ. Наличие ионов очень сильно изменяет проводимость жидкости и ее электростатические характеристики, в частности способность генерировать на поверхности электрический заряд. Важной особенностью является и то, что при наличии химических добавок на поверхности могут получаться как положительный, так и отрицательный заряд, в зависимости от направления внешнего электрического поля. По результатам работы сделан вывод, что внешнее электрическое поле при определенных условиях можно использовать для интенсификации процесса испарения.

Сокращение механизма реакций для расчета химически неравновесных течений в соплах продуктов сгорания азотосодержащего топлива

Сыромятников А.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Крюков В.Г.
КНИТУ-КАИ, Казань
ru4pab@yandex.ru

В настоящее время расчет химически неравновесных течений в соплах базируется на детальной химической кинетике [1,2]. Для этого формируется некоторый реакционный механизм, который включается, например, в обратную задачу сопла Лаваля [2]. Этот механизм, обычно, является мало обоснованным. Он может быть избыточным (что приводит к ненужному увеличению объема вычислений) или чрезмерно упрощенным (что вызывает значительные ошибки в прогнозировании характеристик течения). В связи с развитием методов сокращения проблему его обоснования можно решить следующим образом:

- Формируется исходный (избыточный) механизм, включаемый в модель расчета;
- Выбирается какой-либо метод сокращения реакционного механизма или комбинация методов;
- Выполняются расчеты по модели неравновесного течения, на основе которых проводится сокращение механизма до обеспечения контролируемой погрешности в прогнозировании характеристик течения.

Современные процедуры сокращения используют следующие положения:

- Изначально устанавливается область параметров, охватываемая искомым сокращенным механизмом;

• Механизм, сокращенный для одной точки параметров, называется локальным (L-механизм), а для области изменения параметров – глобальным (G-механизм); обычно он формируется в ходе объединения L–механизмов;

• Задается набор целевых веществ, которые в ходе сокращения не могут удаляться из механизма в отличие от остальных (зондируемых) веществ.

• Для каждого применяемого метода задается показатель сокращения (порог).

В работе [3] была предложена процедура сокращения, которая состоит из двух методов: DRGEP (Directed Relation Graph Error Propagation) и зацепления. Метод DRGEP [4] ориентирован на поиск и удаление из сокращаемого реакционного механизма только веществ вместе с включающими их реакциями. Но после применения этого метода в механизме может оставаться еще ряд малозначимых реакций. Такие реакции удаляются методом зацепления [5].

В настоящей работе эта процедура применяется для продуктов сгорания топлива «N_2O_4 + $C_2H_8N_2$». Сокращение механизма выполнялось для реагирующих течений в профилированных соплах для следующей области изменения параметров:

$a = 0.7…1.2$; $P_{oc} = 20…100$ атм.; $r_m = 0.006….0.06$м, (1)

(где a – коэффициент избытка окислителя; P_{oc} – давление на входе в сопло; r_m – радиус минимального сечения сопла). G-механизм должен охватывать эту область, с изменением размеров сопла форма его контура не меняется, а геометрическая степень расширения по площади задается постоянной $f_a = (r_a/r_m)^2 = 50$ (r_a – радиус среза сопла). Исходный механизм включал 26 веществ и 80 реакций, заимствованных из работы [6]. Целевыми веществами считаются: CO_2, O_2, H_2O, CO, N_2.

Сначала выполнялся расчет базового режима течения с параметрами a=1.0; P_{oc} = 20 атм; r_m = 0.006 м, когда наиболее явно проявляются химически неравновесные эффекты, и по нему были установлены значения порогов $\zeta_d = 0.02$ (DRGEP- метод), $\zeta_{az} = 0.02$ (метод зацепления) для всего G-механизма.

Далее в области (1) было выбрано около 40 точек { $a_{ок}$; P_{oc}; r_m}, для каждой точки был сгенерирован L-механизм. Объединяя эти механизмы, был сформирован G-механизм, включающий вещества (H, H_2, O, O_2, CO_2, H_2O, CO, OH, N, N_2, NO, NH, HCO, HNO, N_2O) и 27 реакций.

Полученный результат для одномерных задач не имеет особого значения, такие задачи на персональных компьютерах решаются за несколько секунд. Но расчет многомерных реагирующих течений может занимать много часов, и тогда применение созданного G-механизма позволит существенно сократить время вычислений при приемлемой ошибке в прогнозе характеристик течения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований и правительства Республики Татарстан (Грант № НК №15-48-02454 /2017).

Список литературы

1. Гидаспов В. Ю. Численное моделирование химически неравновесного течения в сопле жидкостного ракетного двигателя // Вестник МАИ. 2013.Т. 20. № 2. С. 90-97.

2. Пирумов У. Г., Росляков Г. С. Газовая динамика сопел. – М.: Наука. 1990.

3 Крюков В.Г., Абдуллин А.Л., Никандрова М.В. Сафиуллин И.И. Применение методов DRGEP и зацепления для сокращения механизмов реакций при расчете химически неравновесных течений в соплах ДЛА // Известия вузов. Авиационная Техника. 2018. № 4. С. 154-157.

4. Pepiot-Desjardins P., Pitsch H. An efficient error-propagation-based reduction method for large chemical kinetic mechanisms // Combustion and Flame, 2008, Vol. 154, pp. 67-81.

5. Никандрова М.В., Крюков В.Г., Исхакова Р.Л. Сокращение механизма реакций методом зацепления // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2007. Т.5.

6. Glarborg P., Miller J.A., Kee R.J. “Kinetic Modeling and Sensitivity Analysis of Nitrogen Oxide Formation in Well-Stirred Reactors”, Combustion and Flame, 65, pp.177-202, 1986.

Исследование процесса течения рабочего тела в камере жидкостного ракетного двигателя при различных моделях горения топливной пары «кислород—керосин»

Чубенко Т.А., Максимов А.Д.
Научный руководитель — Зубанов В.М.
Самарский университет, Самара
chubenkott@mail.ru

При создании жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) необходимо иметь исчерпывающую информацию о газодинамических параметрах в проточной части, предопределяющих совершенство

рабочих процессов, энергетические характеристики, состояние конструкции. Не так давно задачи по нахождению этих параметров в основном решались экспериментальным методом.

Существенно уменьшить время определения характеристик ЖРД позволяет моделирование рабочих процессов с помощью вычислительной гидрогазодинамики (CFD).

Для определения параметров камеры ЖРД необходимо учитывать процессы горения, являющиеся наиболее сложными из протекающих в камере. На процесс горения влияет множество факторов, значительно усложняющих его описание и расчет. Кроме таких факторов, как температура компонентов топлива на входе и давление в камере сгорания, на процесс горения влияют состав топливной смеси, интенсивность и степень турбулентности, процессы тепло- и массообмена и др.

Данная работа посвящена исследованию модели горения «кислород-керосин» для моделирования рабочих процессов в камере ЖРД.

В качестве предмета исследования был выбран двигатель с тягой 1760 кН, геометрической степенью расширения 800 и давлением в камере сгорания 14,6 МПа.

Геометрия камеры была построена в программе NX 8.5, её сеточная модель создана в программе ANSYS Meshing.

Чтобы увеличить качество расчёта и уменьшить его время, при создании сеточной модели проводились следующие мероприятия:

моделировался пристеночный слой, геометрия которого была спроектирована с учётом требуемого избытка окислителя;

рассматривалась секторная модель камеры в 30°;

использовалась функция Smoothing;

использовалась функция Inflation по продольному сечению сектора камеры, с максимальной толщиной 0,8 мм;

использовалась функция Face sizing на входе в пристеночный слой и в критическом сечении, с размерами элементов 50 мкм;

использовалась функция Sweep method по наружной поверхности камеры и выходной области.

Основные параметры полученной сеточной модели: 1) Количество элементов – 1300000; 2) Максимальный размер элемента – 12 мм; 3) Минимальный размер элемента – 0.1 мм; 4) Параметр скошенности Skweness – 0,97.

Расчёт течения рабочего тела проводился в программе ANSYS CFX, указывались граничные зоны, в которых задавались следующие параметры:

статическое давление на срезе сопла (Static Pressure) P_a= 18,25 кПа;

массовые расходы (Mass Flow Rate) на входе: в ядре потока – $\dot{m}$=490,5 кг/с и пристеночном слое – $\dot{m}$=22,7 кг/с;

полная температура (Total Temperature) на входе: в ядре потока – T = 3815 К и пристеночном слое – T = 2390 К;

модель турбулентности – k-epsilon;

модель теплопередачи – Total Energy;

учитывалось влияние вязкости среды;

процессы абсолютно установившиеся (моделирование проводилось в стационарной постановке);

интенсивность турбулентности на входе 5%.

Было проведено исследование нескольких моделей горения.

Замороженное течение с составом продуктов сгорания, определенных из термодинамического расчёта в программе TERRA. Моделирование замороженного течения является наиболее простым и нересурсозатратным. В дальнейшем результат моделирования использовался в качестве инициализационного решения для последующих расчётов. Массовые доли были получены путём перевода из мольной концентрации, при этом пренебрегли ионами, электронами и веществами, массовая доля которых составила менее 10-10.

Модель горения тонкого фронта пламени Flamelet «JetA Oxygen WD1» из стандартной библиотеки ANSYS CFX. Рассматривает диффузионное турбулентное горение, когда реагирующие вещества подаются в камеру сгорания раздельно и скорости реакций зависят от степени смешения окислителя с горючим. Предполагается, что горение происходит в тонких слоях с внутренней структурой, называемой тонким фронтом пламени. Само турбулентное пламя рассматривается как совокупность локальных одномерных вытянутых ламинарных диффузионных пламен – Flamelet, вытянутых и искривленных турбулентным течением.

Система реакций с моделью горения EDM (The Eddy Dissipation Model). В этой модели рассматривается кинетическое горение заранее перемешанной смеси, когда компоненты смеси горючего и окислителя заранее перемешаны до того, как они начали реагировать, и процесс горения

рассматривается в виде распространения фронта пламени от горячих продуктов сгорания к холодной смеси горючего и окислителя. Модель основана на представлении, что для очень быстрых реакций скорость образования продуктов сгорания определяется временем смешения. Скорости реакции определяются масштабом времени смешения крупных вихрей.

Проблемы космической лунной программы СССР

Шелков К.А.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Токтамысов С.Ж.
МАИ, Москва
kirills.shelkovs@mail.ru

Лунная космическая программа – один из наиболее амбициозных космических проектов 2-й половины 20 века. Советский проект высадки космонавтов на Луну реализован не был. Можно выделить ряд причин неудачи СССР в контексте данной космической программы.

Причина 1 – запоздалый старт. 25 мая 1961 года американский президент Джон Кеннеди объявил о начале американской лунной программы. Это было ответом на запуск СССР корабля «Восток» с первым космонавтом Земли – Юрием Гагариным. В Советском Союзе были осведомлены о программе «Аполлон». Первой реакций стало разрешение ОКБ–1 под руководством С. П. Королева начать предварительную подготовку лунных пилотируемых проектов. И хотя работы по лунной космической программе начались в 1962 году, а разработки ракетоносителя для полетов на Луну, Марс, Венеру начались еще в 1960 году, официально программа пилотируемых полётов к Луне была утверждена только в 1964 году. Только после этого начались действительно масштабные работы по реализации данного проекта.

Причина 2 – недостаточное финансирование. Правительством не был разработан четкий план финансирования лунной космической программы, и потому, когда потребовались необходимые денежные вливания в проект, руководители страны потребовали от конструкторов проводить работы в условиях экономии. К этому времени работы над лунным проектом шли полным ходом, и необходимо было решать: или доводить проект до конца, или чётко отказаться от его продолжения. Половинчатость же позиции привела к «сырым» конструкторским решениям, надежность новой космической техники падала, повышалась аварийность и увеличивался риск провала. На 1 января 1971 г. общие затраты на программу Н1–Л3 составили 2,9 млрд руб. Самое крупное финансовое «вливание» произошло только в 1970 г. Но трата этих средств, выделяемых министерствами, происходила бесконтрольно, по усмотрению самих ведомств. За этот же период США выделило на свой космический проект 20,5 млрд руб.

Причина 3 – конкуренция между КБ. Различные варианты лунного корабля разрабатывались в двух КБ (Королёва и Челомея), а ракета-носитель – сразу в трёх (Королёва, Челомея, Янгеля). Такое распределение привело к распылению сил и так ограниченных ресурсов. Кроме того, существовал конфликт между двумя конструкторами: С. П. Королевым и В. П. Глушко. Глушко отказался разрабатывать для Н1 кислородно-керосиновые двигатели. Он считал, что лучшими топливными для ракет являются азотная кислота, фтор, диметилгидразин. Хотя у данных видов топлива высокие технические характеристики при сгорании, они очень ядовитые и опасны для человека. Поэтому Королеву пришлось в срочном порядке искать других специалистов в сфере ракетных двигателей. Таким образом, началось сотрудничество КБ С. П. Королева и КБ Н. Д. Кузнецова в Куйбышеве. В итоге было решено сконструировать двигательную установку Н1 из большого числа («пакета») двигателей средней мощности. Это, однако, ставило новую задачу – добиться одновременной работы тридцати двигателей. Для выключения неисправных и противоположно расположенных двигателей предусматривалась специальная система контроля за их работой (КОРД). Но данная система не успевала реагировать на быстропротекающие процессы, из-за чего ДУ была не надёжной, что и приводило к авариям Н-1 в тестовых запусках. В это же время Глушко, отказавшись от предложенного сотрудничества, вместе с Челомеем, который разделял его взгляды, приступили к разработке ракеты-носителя УР-500. Все это в значительной степени ослабило интеллектуальный и промышленный потенциал Н1, в результате этого весь проект освоения Советским Союзом Луны оказался в затруднительном положении.

Причина 4 – преследование политических целей. С помощью достижений космической отрасли Советское правительство демонстрировало всему миру успехи советской экономики и преимущества социалистического строя. Чтобы победить в лунной гонке, конструкторам необходимо было в сжатые сроки совершить пилотируемый полёт к Луне и провести высадку на её поверхность советского человека, что привело к спешке и к снижению надёжности создаваемой космической техники. В

значительной степени советская лунная программа была подчинена конъюнктурным соображениям – осуществить облет Луны, а затем совершить высадку экипажа пилотируемого корабля на ее поверхность раньше американцев. Судьбу Н1 решали не специалисты – логику развития науки диктовали политические руководители. Так было и с утверждением лунного проекта и с его закрытием.

Список литературы

1. Мишин В. П. Почему мы не слетали на Луну? М., 1990. С. 151.

2. Черток Б. Е. Ракеты и люди. Кн. IV. Лунная гонка. — М.: Машиностроение, 2002.

3. Первушин А.И. Битва за Луну. Правда и ложь о лунной гонке / Под ред. Е.А. Трофимова. – М.: Амфора, 2014.

Исследовательские испытания высокочастотного ионного двигателя ВЧИД-11

Ахметжанов Р.В., Каширин Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Обухов В.А.
МАИ, Москва
ahmetzhanov1991@mail.ru

В настоящее время растут требования к сроку активного существования малых космических аппаратов (МКА), выполняющих различные задачи на околоземной орбите. В связи с этим данные аппараты необходимо оснащать двигательными установками (ДУ) для управления орбитальным движением МКА. В качестве таковых могут использоваться ДУ на базе ионных двигателей, обладающих достаточно высокими значениями удельного импульса тяги и ресурса.

В НИИ ПМЭ МАИ с 2010 года ведутся работы по созданию и исследованию высокочастотных ионных двигателей с различным уровнем потребляемой мощности [1].

В 2017 – 2018 годах в НИИ ПМЭ МАИ был разработан, создан и испытан лабораторный образец высокочастотного ионного двигателя ВЧИД-11 с расчетным значением потребляемой мощности на номинальном режиме 420 Вт.

В ходе работ по созданию ВЧИД-11 были выполнены расчет характеристик и расчет геометрических параметров ионно-оптической системы двигателя, а также проведена оценка скорости эрозии ускоряющего электрода ВЧИД-11 – критического элемента конструкции двигателя с точки зрения ресурса. В работе представлены результаты расчета для ускоряющего электрода, выполненного из титана и из углерод-углеродного композиционного материала [2].

В НИИ ПМЭ МАИ были проведены испытания лабораторного образца ВЧИД-11. Получены характеристики на номинальном режиме работы (с потребляемой мощностью 420 Вт), превышающие расчётные показатели. В ходе испытаний ВЧИД-11 работал также на режимах с пониженной и повышенной потребляемой мощностью. Была получена зависимость ВЧ-мощности, вкладываемой в индуктор, от расхода рабочего тела при различных постоянных значениях тока ионного пучка. Тяга двигателя в ходе испытаний менялась в диапазоне от 1,6 мН до 17 мН.

По результатам испытаний был проведен расчет основных рабочих характеристик электроракетной двигательной установки на базе ВЧИД-11.

Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы" (Соглашение №14.577.21.0248. Уникальный идентификатор работ (проекта): RFMEFI57717X0248.

Список литературы

1. Лёб Х.В., Попов Г.А., Обухов В.А. Лаборатория высокочастотных двигателей Московского авиационного института – новая форма Российско-Германского сотрудничества // Электронный журнал «Труды МАИ». 2012. №60.

2. Ахметжанов Р.В., Балашов В.В., Богачев Е.А., Елаков А.Б., Каширин Д.А., Свотина В.В., Спивак О.О., Черкасова М.В. Ускоряющий электрод ионного двигателя из углерод-углеродного композиционного материала // Известия академии наук. Энергетика. 2018. №3. С. 22 - 32.

Анализ течения газа в камере высокочастотного ионного двигателя

Гордеев С.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хартов С.А.
МАИ, Москва
svyatoslavgordeev@mail.ru

Высокочастотные ионные двигатели широко используются на российских и зарубежных космических аппаратах для решения практических и научно-исследовательских задач. При этом активно ведутся работы по экспериментальному и расчетному исследованию таких двигателей [1].

При моделировании рабочих процессов в камере высокочастотного ионного двигателя необходимо описать поведение ионов, нейтральных атомов и электромагнитных полей. Существуют различные способы расчета параметров плазмы в камере, различающиеся степенью детализации и принятыми допущениями. Для оценки интегральных характеристик двигателя важно знать распределение концентраций частиц (ионов и атомов) в газоразрядной камере. При построении математической модели возможна проверка отдельных её подмоделей с использованием имеющихся экспериментальных данных или аналитических решений для упрощенных случаев.

В работе приводятся результаты моделирования течения нейтральных атомов в газоразрядной камере высокочастотного ионного двигателя с использованием приближенного дифференциального уравнения для концентрации нейтральных атомов. Для проверки точности дифференциального уравнения было использовано известное распределение концентраций на оси сферического канала для задачи свободномолекулярного течения из резервуара в вакуум [2]. Для сравнения приближенное уравнение решалось для полусферической камеры без ионно-оптической системы. Показана хорошая точность приближенного дифференциального уравнения и возможность его применения для моделирования плазмы в газоразрядной камере высокочастотного ионного двигателя.

Список литературы

1. Канев С.В., Кожевников В.В., Хартов С.А. Физико-математическая модель процессов в ионизационной камере электроракетного двигателя, использующего атмосферные газы в качестве рабочего тела // Известия академии наук. Энергетика. 2017. №3. С. 21-30.

2. Кошмаров Ю.А., Рыжов Ю.А. Прикладная динамика разреженного газа. – М.: Машиностроение, 1977. 184 с.

Разработка стационарного плазменного двигателя малой мощности на криптоне

Захарченко В.С.
Научный руководитель — д.т.н. Ким В.П.
МАИ, Москва
vladd18@ro.ru

Как известно, стационарные плазменные двигатели (СПД), использующие ксенон в качестве рабочего тела, успешно работают в космосе уже многие годы. Однако ксенон является очень дорогостоящим рабочим веществом. В качестве альтернативы ксенону в настоящее время в ряде работ рассматривается криптон, который на порядок дешевле, представляет собой, как и ксенон, инертный газ, имеет меньшую атомную массу и первый потенциал ионизации, близкий к потенциалу ионизации ксенона.

Основной проблемой при создании СПД, эффективно работающего при малых мощностях разряда, является обеспечение высокой тяговой эффективности и достаточно большого ресурса двигателя при малых его размерах. Из-за уменьшения размеров усложняется создание оптимального магнитного поля в разряде СПД, а также возникает проблема, связанная с обеспечением необходимого для длительной работы запаса толщины стенок разрядной камеры на их износ. Создание СПД малой мощности на криптоне усложняется также тем, что для достижения приемлемой тяговой эффективности СПД необходимо обеспечивать примерно такую же плотность массового расхода криптона в его ускорительном канале, как и при его работе на ксеноне. В силу меньшей массы атомов криптона на режимах работы с достаточно высокой степенью переработки потока атомов в ионы разрядный ток и мощность при одинаковых разрядных напряжениях должны быть значительно больше, чем при работе на ксеноне.

В НИИПМЭ МАИ при поддержке ОКБ «Факел» выполнены исследования возможности создания достаточно эффективных СПД малой мощности на криптоне. Основное внимание уделялось обеспечению большого ресурса СПД. Для решения этой задачи в соответствии с рекомендациями [Л] было реализовано достаточно значительное смещение слоя ионизации и ускорения (СИУ) за пределы плоскости полюсов. В результате в модели СПД с наружным диаметром ускорительного канала около 40 мм удалось зафиксировать СИУ за пределами плоскости полюсов, что подтверждено эрозионными испытаниями, и увеличить запасы толщины стенок на износ. При испытаниях данной модели на криптоне длительностью около 100 часов при разрядном напряжении 255 В и мощности разряда около 250 Вт были получены средние значения тяги (10,0 – 0,3) мН, удельного импульса тяги более (950 – 50)с при уровне тягового коэффициента полезного действия (0,17 – 0,20).

Получены также скорости износа стенок от их начальной геометрии после механической обработки, которые составили около 9 мкм/час. После их приработки в течение примерно 100 часов названные скорости снизились до 6,8 мкм/час. Оценки ожидаемого ресурса модели СПД-40 при названных скоростях износа режимах работы показали, что он должен быть значительно больше 1000 часов. Таким образом, проблема обеспечения большого ресурса СПД малой мощности разрешима.

Литература

V.P. Kim. On the Longitudinal Distribution of Electric Field in the Acceleration Zones of Plasma Accelerators and Thrusters with Closed Electron Drift ISSN 1063-780X, Plasma Physics Reports, 2017, Vol. 43, No. 4, pp. 486–498. © Pleiades Publishing, Ltd., 2017).

О расчете эрозии стенок разрядной камеры СПД

Калязин В.Г.
Научный руководитель — д.т.н. Ким В.П.
МАИ, Москва
uii00535870@yandex.ru

Одним из факторов, определяющих ресурс стационарного плазменного двигателя (СПД), является эрозия стенок разрядной камеры ускоренными ионами. Создание эффективных методик расчета эрозии стенок разрядной камеры СПД позволяет избежать длительных ресурсных испытаний двигателя и ускорить процесс разработки новых моделей.

В статье [1] описана одна из таких методик. Эта методика базируется на положениях полученных путем анализа экспериментальных данных по износу стенок разрядной камеры, имевшихся в момент разработки методики.

В настоящее время разрабатываются СПД с вынесенным слоем ионизации и ускорения(СИУ). Эти двигатели имеют отличные от предыдущих моделей геометрические параметры разрядной камеры, а также топологию и распределение индукции магнитного поля. Эти изменения в конструкции двигателя требуют доработки положений имеющейся методики расчета эрозии стенок разрядной камеры.

На стенках разрядной камеры имеется четкая граница, с которой начинается распыление материала стенок. Для моделирования эрозии важно определить положение этих границ, которое зависит от положения и протяженности СИУ. Границы и положение СИУ зависят от распределения магнитной индукции в разрядной камере и от плотности расхода рабочего тела(РТ)[2]. В двигателях с вынесенным СИУ разрядная камера имеет значительное расширение в выходной части, а методика, описанная в [1], создавалась на базе экспериментальных данных, полученных для «классических» СПД с цилиндрическими стенками, и не учитывает зависимость протяженности СИУ от плотности расхода. Также необходимо адаптировать положения, полученные в [2] (положения сформулированы для двигателей с цилиндрическими стенками разрядной камеры) для двигателей с вынесенным СИУ, используя данные о положении зон эрозии в этих двигателях. Таким образом, в методику должны быть внесены дополнения, которые позволят учесть зависимость протяженности СИУ от плотности расхода РТ и точно определить границу начала эрозии на стенках разрядной камеры. В докладе рассмотрены возможности совершенствования существующей модели[1] расчета эрозии стенок разрядной камеры СПД для применения в двигателях с вынесенным СИУ.

Список литературы

1. Kim V., Abgaryan V., Dumazert P., Kozlov V., Prioul M., Nadiradze A., Svotina V.
Development of a software for numerical simulation of the discharge chamber wall erosion by the accelerated ions // The 3rd Int. Spacecraft Propulsion. Chia Laguna, Italy, 2004.
2. Mitrofanova O.A., GnizdorR.Yu. Influence of SPT magnetic field on life time characteristics of the thruster // paper IEPC-2013-51. 33rd International Electric Propulsion Conference. 2013. Washington, D.C. • USA. The George Washington University.

Исследование условий возникновения электрических пробоев в газоэлектрических развязках высокочастотных ионных двигателей малой мощности

Каширин Д.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Хартов С.А.
МАИ, Москва
kashirinrock93@yandex.ru

В НИИ ПМЭ МАИ ведутся работы по исследованию и созданию высокочастотных ионных двигателей (ВЧИД) различных мощностей [Л]. При разработке конструкции ВЧИД возникают вопросы по обеспечению электрической прочности его узлов. Среди всех элементов наиболее критичным в части возникновения электрического пробоя является газоэлектрическая развязка в магистрали подачи рабочего тела (чаще всего ксенона) в газоразрядную камеру (ГРК) ВЧИД.

Рассматриваются различные варианты исполнения газоэлектрических развязок (ГЭР), используемых в качестве устройств, предотвращающих возникновение пробоя по газу между элементами системы подачи рабочего тела, находящихся при работе электроракетных двигателей (ЭРД) под высоким электрическим потенциалом и имеющим потенциал корпуса изделия.

В условиях работы ВЧИД малой мощности, при малых расходах в широком диапазоне их изменения, необходимо использовать ГЭР специального типа. В этих ГЭР функция зависимости

давления от расхода, при неизменных габаритах развязки, должна изменяться в пределах, достаточных для обеспечения отсутствия ее пробоев.

Была разработана экспериментальная установка, обеспечивающая проведение исследований ГЭР при наличии высокочастотного поля и наличии плазмы в ГРК. Данная установка позволила получить экспериментальные результаты по исследованию газоэлектрических развязок как в составе ВЧИД малой мощности, так и в составе лабораторной установки ГРК.

Литература

Лёб Х.В., Попов Г.А., Обухов В.А. Лаборатория высокочастотных двигателей Московского авиационного института – новая форма российско-германского сотрудничества // Электронный журнал «Труды МАИ». 2012. №60.

Экспериментальное исследование влияния конфигурации дополнительной магнитной системы на интегральные характеристики высокочастотного ионного двигателя

Мельников А.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Хартов С.А.
МАИ, Москва
wipeouth@mail.ru

Проведённые исследования по изучению влияния дополнительного внешнего постоянного магнитного поля в области ионизации на характеристики высокочастотных ионных двигателей (ВЧ ИД) в ряде случаев показали возможность улучшения их эффективности работы [1, 2]. Наличие дополнительного магнитного поля приводило к уменьшению требуемого расхода и подводимой ВЧ мощности для того же извлекаемого тока ионного пучка. Как показали исследования локальных параметров плазмы в одном из сечений разрядной камеры (РК) лабораторной модели ВЧ ИД, в присутствии дополнительного постоянного магнитного поля наблюдается выравнивание энергии электронов и происходит заметное увеличение их концентрации, что и указывает на повышение эффективности ионизации рабочего тела (РТ) за счёт снижения дополнительным магнитным полем потерь электронов на стенках РК. Дальнейшие экспериментальные исследования были направлены на изучение влияния конфигурации дополнительной магнитной системы (МС) на величину положительного эффекта.

В рамках данной работы было рассмотрено три конфигурации дополнительной магнитной системы: без активного полюса, с одним активным полюсом и с двумя активными полюсами. Исследования проводились на лабораторной модели ВЧ ИД с диаметром пучка 8 см. Для каждой конфигурации магнитной системы снимались кривые зависимости подводимой внешним ВЧ-генератором мощности от расхода РТ по постоянному извлекаемому ионному току пучка как в отсутствие, так и при наличии дополнительного постоянного магнитного поля. Эти данные позволили определить и сравнить максимальный прирост коэффициента использования рабочего тела при применении рассматриваемых конфигураций магнитной системы. Кроме того, для каждой конфигурации МС регистрировались зависимости тока пучка от расхода РТ и от подводимой ВЧ-мощности при различных токах в обмотке дополнительной магнитной системы, что позволило для каждого случая определить величину прироста извлекаемого ионного тока пучка. Наличие активных полюсов приводило к снижению оптимального значения тока в обмотке, при котором наблюдалось максимальное приращение извлекаемого ионного тока.

Исследование показало почти равное преимущество бесполюсной и однополюсной схем над двухполюсной. Однако стоит учитывать, что бесполюсная схема имеет меньшую массу и позволяет избежать проблем, связанных с перегревом источника магнитного поля из-за контакта магнитного полюса с плазмой. С учётом оптимального значения тока в обмотке для каждой из рассмотренных конфигураций дополнительной магнитной системы было произведено моделирование магнитного поля, позволившее определить наилучшее его распределение в объёме разрядной камеры. С использованием результатов данных расчётов была собрана лабораторная модель ВЧ ИД с бесполюсной конфигурацией МС на основе постоянного магнита. По результатам экспериментов интегральные характеристики этого двигателя оказались почти на уровне рассматриваемой ранее конструкции ВЧ ИД с бесполюсной МС, имеющей обмотку постоянного тока в качестве источника дополнительного магнитного поля, что доказывает возможность использования постоянного магнита определённой конфигурации для улучшения эффективности работы ВЧ ИД.

Список литературы
1. Мельников А.В., Хартов С.А. Экспериментальное исследование высокочастотного ионного двигателя с дополнительным магнитным полем // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2018. № 3 С. 4-11.
2. Kozhevnikov V., Melnikov A., Nazarenko I., Khartov S. // Study for the Influence of Additional Magnetostatic Field on the Characteristics of the Radio-Frequency Ion Thruster. Report for 7th Russian-German Conference on Electric Propulsion and Their Application (RGCEP2018). Ebsdorfergrund, Germany, October 21-26, 2018. http://web1454.web02.sh.united-host.de/rgcep/download/programm/RGCEP2018.pdf

Анализ перспектив использования электродвигателей в качестве привода для бустерных насосов ЖРД разгонных блоков

Соколов Д.А., Баленков Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Толстопятов М.И.
СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск
dimka.sokolov.1997@mail.ru

Цель работы заключается в проведении анализа возможности использования электродвигателей в качестве привода для бустерных насосов жидкостных ракетных двигателей. Обычно, в ЖРД приводами для бустерных насосов являются гидротурбины, работающие на компонентах ракетного топлива. Преимуществами электродвигателей над гидротурбинами являются: упрощение принципиальной схемы ЖРД, простая регулировка оборотов, упрощение запуска и многократность включений. К недостаткам можно отнести необходимость иметь на борту летательного аппарата дополнительные источники питания, что приводит к увеличению массы.

Для достижения поставленной задачи была разработана методика расчёта энергомассовых характеристик электронасосов в сравнении с суммарной массой компонентов топлива, затраченных на привод бустерных насосных агрегатов (БНА). Исходными данными для расчёта являются: время работы, массовые расходы компонентов, значения КПД отдельных элементов системы подачи топлива, параметры продуктов сгорания газогенератора, масса элементов системы подачи топлива. Также в методике учитывается КПД основных электронных компонентов БНА: электродвигателя, инвертора, ёмкость, масса и удельная плотность элементов (УПЭ) питания. В методике рассматривается маршевый однокамерный двигатель 14Д30 разработки КБХМ им. А.М. Исаева, устанавливающийся в разгонном блоке (РБ) «Бриз-М», который используется в составе ракеты-носителей типа «Протон-М» и «Ангара-А5» и обеспечивает выведение космических аппаратов на околоземные орбиты различных высот и наклонений, в т.ч. на геостационарную орбиту и на отлетные траектории.

Двигатель работает по открытой схеме с турбонасосной системой подачи компонентов топлива, число включений 8, суммарное время работы 3200 с. Масса разгонного блока ≈ 22,5т, из них до 20т составляют компоненты топлива. [1,2]

Проведённый анализ показал, что система с использованием гидротурбин имеет низкий КПД. Можно сделать вывод, что для работы БНА необходимо большое количество энергии, и, как следствие, большое количество газа, генерируемого газогенератором. По предварительной оценке, КПД системы с ЭНА может достигать 75%, что значительно превосходит по своей эффективности КПД гидротурбины. Однако такая система имеет ряд недостатков, а именно больший вес в сравнении с гидротурбиной, низкая плотность энергии аккумуляторов, необходимость нести на борту ЛА дополнительные источники питания. В настоящее время существуют коммерческие образцы элементов питания с УПЭ 350Вт*ч/кг. Данные образцы предлагаются компанией «Envia». Также компания «Envia» заявляет, что к 2021 будут разработаны элементы питания с УПЭ 420Вт*ч/кг [3]. Существуют российские разработки с использованием положительного электрода на основе феррофосфата лития, допированного никелем, и отрицательного электрода на основе титаната лития, допированного галлием с УПЭ 800 Вт·ч/кг [4].

Разработанная методика позволяет провести анализ изменения массы системы БНА в зависимости от УПЭ используемых элементов питания.

В настоящее время коммерческие организации могут предоставлять образцы с УПЭ до 400Вт/кг*ч. В перспективе при использовании таких или более ёмких энергоносителей энергомассовые характеристики системы с БНА будут превосходить «классическую» систему. Следует отметить, что использование электродвигателей в качестве приводов для БНА является перспективным решением для агрегатов ЖРД с тягой до 60 кН.

Список литературы
1. Жидкостный ракетный двигатель 14Д30//ГКНПЦ им. М. В. Хруничева. URL: http://www.khrunichev.ru/main.php?id=302 (дата обращения 12.01.2019)
2.Разгонные блоки типа «Бриз»//Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос». URL: https://www.roscosmos.ru/450/ (дата обращения 16.01.2019)
3. Каталог продукции [Электронныйресурс] // Envia. 2017. URL: http://www.enviasystems. com/products/#aerial (дата обращения 03.02.2019)
4. Литий-ионный аккумулятор повышенной мощности / Т. Л. Кулова, А. А. Кузьмина, Н. Ф. Никольская и др. // XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: Тез. докл. В 5 т. / Екатеринбург, Урал. отд-ние РАН, 2016. С. 426.

Эрозионные испытания СПД-100ВТ на режимах работы с повышенной тягой

Шилов Е.А.
Научный руководитель — д.т.н. Ким В.П.
МАИ, Москва
5level2007@gmail.com

Двигательные установки на основе СПД успешно работают в космосе. На сегодняшний день их применение расширяется, и это требует повышения их характеристик. В частности, представляет интерес разработка стационарного плазменного двигателя (СПД) масштаба СПД-100 с повышенной по сравнению с серийным двигателем СПД-100 тягой. Создание такого двигателя позволит более эффективно решать задачи довыведения автоматических космических аппаратов, доставляемых на высокие рабочие орбиты, включая геостационарную [Л]. Для решения таких задач в МАИ совместно с ОКБ «Факел» разрабатывается двигатель СПД-100ВТ с тягой не менее 180 мН и мощностью до 3 кВт [2]. Отличительной особенностью этого двигателя от серийных СПД-100 является расширенная выходная часть разрядной камеры и вынесенный в нее слой ионизации и ускорения (СИУ) за счет выдвижения максимума магнитного поля за плоскость магнитных полюсов. Это позволяет снизить потери энергии из-за выпадения ускоренных ионов на стенки разрядной камеры, а также обеспечить длительную работу двигателя с повышенными расходами рабочего газа. В свою очередь, повышение расхода позволяет уменьшить толщину СИУ и разместить весь СИУ и зоны эрозии стенок в расширенной части канала. Такие изменения позволяют создать предпосылки для обеспечения ресурса двигателя на режимах с повышенной тягой.

Результаты испытаний макетного образца двигателя СПД-100ВТ подтвердили возможность его длительной работы с мощностью разряда 3,0-3,1 кВт без перегрева элементов конструкции и получения значения тяги не ниже 180 мН при полном удельном импульсе не менее 1800 с. Эрозионные испытания макетного образца двигателя СПД-100ВТ длительностью 80 часов подтвердили стабильность его параметров во времени. Было показано также, что зоны эрозии стенок разрядной камеры полностью располагаются в расширенной части разрядной камеры, а скорость эрозии составляет 9-10 мкм/ч, что в 3-4 раза выше, чем у серийного СПД-100 при сопоставимой геометрии канала. Следует заметить, что высокая скорость эрозии была получена в результате небольшой наработки сразу после изготовления двигателя. С учетом опыта определения скоростей износа ожидается, что скорость эрозии в результате приработки материала стенок будет снижаться по мере дальнейшей наработки как минимум в 2-3 раза и достигнет значений, сопоставимых со скоростями износа в серийном СПД-100. Таким образом, можно считать, что создан научно-технический задел для создания двигателя с повышенной тягой и достаточно большим ресурсом.

Работа выполнена в научно-исследовательском институте прикладной механики и электродинамики Московского авиационного института (национального исследовательского университета) при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках Соглашения о предоставлении субсидии МАИ № 14.577.21.0231. Уникальный идентификатор проекта – RFMEFI57716X0231.

Литература

Ким В.П., Семенкин А.В., Хартов С.А. «Конструктивные и физические особенности двигателей с замкнутым дрейфом электронов» – М.: Изд-во МАИ, 2016.

Направление №3 Системы управления, информатика и электроэнергетика

Секция №3.1 Управление движением, навигация и бортовые системы

Разработка программного приёмника ГНСС с использованием радио устройства SDR и мобильного телефона

Harraka J.E.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Малышев В.В.
МАИ, Москва
johnnyx83@gmail.com

Приемник глобальных навигационных спутниковых систем ГНСС, как правило, представляет собой электронное устройство, которое принимает и обрабатывает в цифровом виде сигналы от спутниковой группировки GPS, ГЛОНАСС, Галилею и Бэйдоу, с целью определения местоположения, скорости и времени потребителя. Приемники ГНСС традиционно были реализованы аппаратными средствами задуманы как выделенный чип, который был спроектирован и построен (с самого начала) с единственной целью быть приемником ГНСС. Эти устройства довольно сложные и для пользователя они выглядят как черные ящики, в основном пользователь не имеет доступа ни к внутренней структуре приемника, ни к возможности добавить или изменить что-либо. В связи с этим недавно был предложен новый класс устройств – так называемые программно-определяемые приемники (SDR).

В программном приемнике ГНСС вся цифровая обработка выполняется микропроцессором общего назначения, как в компьютерах так и в смартфонах. При таком подходе всё ещё требуется небольшое недорогое оборудование, известного как внешний интерфейс, который оцифровывает сигнал от спутников. Затем микропроцессор может работать с этим необработанным цифровым потоком для реализации функциональности ГНСС.

Использование ГНСС для многих высокоточных приложений постоянно увеличивается. Большинство методологий обработки данных ГНСС основаны на наблюдениях, собранных обычными приемниками. На сегодняшний день использование SDR все еще ограничено для экспериментальных приемников, но их разработка, их очень низкая стоимость и их гибкость открыли новые возможности, включая высокоточные приложения.

В этой работе программный приемник был спроектирован и реализован в соответствии с философией программно-определяемого радио: при использовании подходящей антенны, устройство SDR подключено к мобильному телефону для записи радиосигнала ГНСС за 10 минут, затем записанный сигнал был обработан с использованием Матлаб на персональном компьютере для поиска спутников и получения соответствующих псевдодальностей и уровни мощности. Используя эфемериду из интернета, вычислялись местоположения, проверка результатов создана через проекцию в Яндекс карте.

Способ построения вычислительного процесса системы управления на основе конечного автомата

Абрамова М.А.
АО «НПО Автоматики им. академика Н.А. Семихатова», Екатеринбург
malashkevich.m@gmail.com

В докладе рассматривается способ управления вычислительным процессом для основной полетной программы в части системы спутниковой навигации (ССН) на базе конечного автомата (КА). Для осуществления простого и гибкого управления порядком решения функциональных блоков требуется уйти от линейной организации вычислительного процесса, при этом преследуется цель по обеспечению быстродействия работы диспетчера.

Проектирование диспетчера для специализированного вычислительного устройства (СВУ) ССН, являющегося выделенным вычислительным модулем на базе цифровой вычислительной машины (ЦВМ) «Малахит-3С» для решения задачи ССН, происходило на основе анализа особенностей этого модуля и его взаимодействия с внешними устройствами, а также налагаемые ограничения к языку программирования Ассемблер под ЦВМ «Малахит-3С». В дополнении к этому учитывались требования к логике построения вычислений в соответствии с алгоритмами задачи ССН и возможностью дальнейшей коррекции программы системы управления.

На основании полученных исходных данных и разработанных технических требований на этапе проектирования был применен КА для диспетчера в части организации управления вычислительным процессом, который позволяет легко реализовать логику запуска процедур обработки событий (запуск, инициализация, сохранение и восстановление последнего состояния, завершение задачи ССН), возникающих в процессе работы (приход прерываний и моментов времени, выключение и т.д.).

В результате работы реализован диспетчер, в котором КА в соответствии с таблицей переходов осуществляет: разворачивание временной диаграммы работы задачи ССН в части запуска функциональных блоков в различные моменты времени; сохранение и восстановление прерванного вычислительного процесса из-за обработки событий (при необходимости).

Использование пневматических шин на воздушном судне

Алексеев М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванов В.С.
МАИ, Москва
maxim-1994-2010@mail.ru

Современные авиационные (пневматические) шины (далее авиашины) должны соответствовать предъявленным требованиями и отвечать безопасности при посадке воздушного судна. Авиашины для воздушных судов разделяют на две категории:

• Низкоскоростные (рассчитаны на наземную скорость
до 192 км/час);

• Высокоскоростные (наземная скорость – более 192 км/час).

Перед установкой авиашин на воздушное судно необходимо провести ряд испытаний (обкатка, статические испытания, давление в авиашинах при посадке, и тд.) подтверждающих, что авиашины соответствуют требованиям и их можно использовать на воздушном судне.

Данные испытания заключаются в проведении тестовых проверок на статическом и динамическом стенде.

Для этого была разработана методика испытаний по ГОСТ Р ИСО 3324-2-2009. Авиационные шины и ободья. Часть 2. Методы испытаний шин.

На статическом стенде проводятся такие испытания, как:

1. Проверка на прочность под воздействием внутреннего гидравлического давления.
2. Определение давления посадки шины на обод колеса.
3. Проверка герметичности бескамерных авиашин.
4. Определение габаритов шин.

На динамическом стенде проводится:

1. Поправка давления. Выполняется учет влияния кривизны барабана.
2. Проведение испытаний шин в максимально приближенных к эксплуатации условиях: на скорость, нагрузку и т.д.

Благодаря разработанной методике качество авиационных шин было значительно улучшено, это в свою очередь повысило надежность авиашин при их длительном использовании.

Таким образом можно сделать вывод, что авиашины, не прошедшие испытания, не могут эксплуатироваться на воздушном судне, так как это может привести к неблагоприятным последствиям.

Авиашины, прошедшие испытания, получают сертификат соответствия требованиям технического регламента, в связи с чем эксплуатируются в дальнейшем на воздушном судне до износа, после чего требуется замена на новые авиашины.

Литература

ГОСТ Р ИСО 3324-2-2009. Авиационные шины и ободья. Часть 2. Методы испытаний шин

Системное моделирование и анализ влияния поступательных вибраций на динамику ротора электростатического гироскопа

Белодубровский Д.А., Попов И.А., Лукин А.В.
Научный руководитель — Попов И.А.
СПбПУ, Санкт-Петербург
belodubrovskij@gmail.com

Введение. Высокие требования к точности навигации в настоящее время стремятся удовлетворить путем создания навигационных систем, построенных на базе гироскопов с неконтактным подвесом ротора. Объектом настоящего исследования является электростатический гироскоп (ЭСГ). Одной из технических сложностей построения системы ЭСГ является осуществление трёхстепенного бесконтактного подвеса. Основные результаты в этой области изложены в монографии Ю.Г. Мартыненко «Движение твёрдого тела в электрических и магнитных полях» [1]. В литературе также представлены исследования специальных вопросов, например, влияния на динамику ротора деформаций, вызванных угловым движением ротора, и неоднородности (пояска ротора) [2]. Существенное влияние на точность гироскопа может оказывать вибрационное воздействие. Задача о движении твёрдого тела, близкого по форме к шару, при вибрационном воздействии рассматривается в [1] и [5], при этом, применяя элементарную теорию гироскопа, появляется возможность получить систему уравнений, которая даёт описание прецессионного движения, если известно движение центра масс, то есть значения мнимых ускорений в произвольный момент времени.

В работе [5] производится анализ системы для случая линейного изотропного подвеса и общего вида передаточной функции системы управления. В настоящей работе мы предлагаем провести исследование прецессии ротора гироскопа при учёте нелинейной жесткости бесконтактного подвеса.

В свете анализа перспективности повышения эксплуатационных характеристик ЭСГ [3], настоящая работа также имеет своей целью практическую реализацию на языке Matlab общей математической модели, которая могла бы описать динамику трансляционных и ротационных движений ротора ЭСГ при учёте различных возмущающих факторов, а также анализ влияния поступательной вибрации основания на прецессию гироскопа при учёте нелинейных свойств подвеса.

Постановка задачи. В монографии [1] задача о потенциале электростатического поля в зазоре между ротором и стенками вакуумной камеры решается в трехмерной постановке для общего вида граничного условия на потенциал по камере в форме ряда по сферическим функциям. Это решение для поля применено для оценки емкости системы шар-электрод и сил взаимодействия ротора с подвесом. В предыдущем исследовании была проведена верификация выражений для емкостей и сил, действующих на ротор, полученных в [1], с помощью метода конечных элементов. Имея выражения для сил взаимодействия ротора с подвесом можно построить уравнения движения ротора в электростатическом подвесе, для исследования которых на языке Matlab был реализован метод многих масштабов [4].

Применяя метод многих масштабов и численные методы продолжения по параметру, построены диаграммы, характеризующие периодические режимы движения центра масс при поступательной вибрации различной амплитуды и частоты.

Для ротора идеальной сферической формы распределение электрических сил формирует систему, не создающую момент относительно геометрического центра. Таким образом, если ротор однороден и сферичен, то подвес не оказывает никакого влияния на вращательное движение. Оценка же этого влияния в случае отличия формы от идеальной или смещении центра масс от геометрического центра сферы (несбалансированность, дебаланс) производится на основании подсчета возмущающих моментов. Применяя походы [1] к анализу возмущающих моментов, действующих на осесимметричный ротор, реализуем на языке Matlab математическую модель, описывающую динамику ротора ЭСГ, учитывающую не только поступательное движение ротора, но и вращательное. Для реализации устойчивого подвеса управление потенциалами электродов осуществлено по системе управления, описанной в [1].

Заключение. В ходе работы построена математическая модель, позволяющая учитывать несбалансированность (дебаланс) ротора электростатического гироскопа, а также поступательные вибрации с целью повышения эксплуатационных характеристик ЭСГ. Вычислены характеристики мнимых ускорений с учётом нелинейности бесконтактного подвеса для анализа ухода гироскопа по методике [5].

Список литературы

1. Мартыненко Ю.Г. Движение твёрдого тела в электрических и магнитных полях. М.: «Наука», 1988. 357 с.

2. Карипбаев С.Ж., Аринов Е. Оценка влияния пояска на деформацию ротора гироскопа в случае его осесимметричного вращения // Журнал International journal of appl, 2016. № 8-3. с. 340-346.
3. Пешехонов В.Г. Современное состояние и перспективы развития гироскопических систем // Журнал «Гироскопия и навигация», 2011, №1, с. 3-16.
4. Nayfeh A.H., Balachandran B. Applied Nonlinear Dynamics: Analytical, Computational, and Experimental Methods, 1995. 700 с.
5. Мартыненко Ю. Г. Уходы гироскопа с электростатическим подвесом при поступательной вибрации основания // Гироскопия и навигация, 1994. № 2 (6). С. 12–20.

Резервная электродистанционная система управления вертолетом

Елецкий А.В., Доронин Р.Х.
Научный руководитель — Исламгазиев Р.Ж.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
ravil.islamgaziev@yandex.ru

Проблема отказа гидромеханической системы управления вертолета вследствие ее повреждения от средств поражений противника является актуальной в данное время. Процентное распределение боевых повреждений по сравнению с другими системами не так велико, составляет 14%, но здесь ключевую роль играет важность системы.

Резервирование системы управления на вертолете можно осуществить электродистанционным способом. С этой целью под ручкой управления вертолетом авторы предлагают разместить два датчика положения ручки (ДПР), один – для канала тангажа, второй – для канала крена, которые будут принимать перемещение хода ручки управления. Аналогичный датчик требуется разместить под ручкой «Шаг-газ». Для канала рысканья устанавливается такой же датчик возле педалей. Сигналы со всех четырех датчиков передаются в блок-вычислитель. В нем они обрабатываются и электрический сигнал передается на соответствующий канал комбинированного агрегата управления, где этот сигнал преобразуется в механическое перемещение штока. Чтобы предотвратить заклинивание тяги в случае ее разрыва за блоком управления, необходимо установить механизм разрыва тяг. В случае разрыва одной из тяг цепь разомкнется, на панели управления загорится табло «отказ системы» и система автоматически переключится на резервную. Принципиальная и структурная схема ЭДСУ представлена в работе [1].

Летчик при управлении вертолетом формирует на ручке управления усилие $P_в$ которое по системам тяги качалок сжимает пружину загрузочного механизма, который формирует чувство управления, а также передает сигнал в виде механического перемещения на ДПР, который формирует электрический сигнал I_x. На структурной схеме данный участок системы представлен входным звеном с передаточной функцией $W_{вх}(p)$, которая трансформирует входное усилие $P_{вх}$ в выходной электросигнал I_x. Данная передаточная функция определяется свойствами системы и свойствами ДПР. Полученный сигнал I_x поступает в блок-вычислитель, который представлен вычислительным устройством, ДПР и системой контроля. Этот блок в зависимости от параметров полета трансформирует сигнал I_x в сигнал U_x посредством передаточной функции $W_в(p)$, которая определяется свойствами вычислительного устройства и свойствами датчиков. Электрический сигнал U_x, получаемый из блока вычислителя, является входным сигналом для комбинированного агрегата управления. В данном агрегате электрический сигнал трансформируется в механическое перемещение штока посредством функции $W_{кау}(p)$, которая определяется свойствами распределительного и исполнительного устройствами. Механическое перемещение $У_{шт}$ является входным сигналом для выходного звена, которое представлено системой тяг и качалок и непосредственно поверхностью управления.

Список литературы

1. Тармаев А.А., Поляков В.В. Система управления летательных аппаратов: Курс лекций.- Иркутск: ИВВАИУ, 2006.
2. Воробьев В.В., Киселев А.М., Поляков В.В. Система управления летательных аппаратов. ВВИА им. проф. Жуковского Н.Е. 2008.

Стенд для изучения свойств алгоритма определения магнитного курса по информации от мобильного устройства

Ермолаев А.А.
Научный руководитель — Пронькин А.Н.
МАИ, Москва
alexermolaev96@rambler.ru

В современном мире всё большее распространение получают микроэлектромеханические (МЭМС) системы. В частности, такие системы используются в мобильных устройствах в виде различных датчиков (гироскопы, акселерометры, датчики магнитного поля и т.д.). Это позволяет построить на базе смартфона навигационные устройства для выполнения различных задач.

Одной из актуальных является задача определения магнитного курса. Для решения этой задачи используются магнитометры на базе магниторезистивных датчиков, измеряющих напряженность магнитного поля (в мк·Тл) для каждой из трех координатных осей [1]. Данные о магнитном курсе, наряду с данными о вышках сотовой связи и точках доступа Wi-Fi используются при навигации (в отсутствии или дополняя сигналы ГНСС). Следует отметить, что из-за высокой чувствительности магниторезистивных датчиков любое возмущающее воздействие может внести существенные погрешности в точность показаний. Поэтому показания этого типа датчиков подлежат коррекции.

В рамках работы была разработана методика и создан стенд для реализации алгоритма определения магнитного курса, а также для проведения девиационных работ. В состав стенда входят мобильное устройство (смартфон под управлением ОС Android), на котором установлено разработанное программное обеспечение и персональный компьютер (ПК) с программой обработки данных, написанной в среде Matlab. На основе предложенной методики мобильное устройство посредством разработанного приложения осуществляет измерение напряженности магнитного поля по трем осям, сбор и последующую передачу данных в режиме реального времени на ПК по беспроводной сети Wi-Fi. На ПК происходит обработка полученных данных [2]. В ходе работы обучающимся необходимо произвести расчёт магнитного курса, а также провести девиационные работы при наличии электромагнитной помехи [3]. При девиационных работах в качестве оптимального оценивателя предлагается использовать рекуррентный метод наименьших квадратов [4]. В докладе представлена методика проведения исследований, структура стенда, а также результаты работы стенда.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования и науки РФ (Задание №8.2118.2017/4.6 на выполнение НИР в рамках проектной части госзадания в сфере научной деятельности).

Список литературы

1. Android Developers / Официальный сайт разработчика на платформе Android: https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview
2. Пустыльник Е.И. «Статистические методы анализа и обработки наблюдений». –М.: Наука, 1968. – 289 с.
3. Воронов В.В, Григорьев Н.Н., Яловенко А.В. «Магнитные компасы. Теория, конструкция и девиационные работы». –СПб.: «Элмор», 2004. – 192 с
4. Калиткин Н.Н. Численные методы. –М.: Наука, 1978. – 512 с.

Анализ возможностей применения нового метода вычисления параметров ориентации по интерферометрическим неоднозначным фазовым измерениям спутниковых навигационных систем и измерениям абсолютной угловой скорости

Жарков Р.В.
Научный руководитель — Жарков М.В.
МАИ, Москва
makz24@gmail.com

Концепция вычисления параметров ориентации (курс, тангаж, крен) с применением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) основана на том, что, измеряя разность дальностей от навигационных космических аппаратов (НКА) до в минимальном варианте двух антенн, монтированных на объекте, можно определить угловое положении базовой линии между антеннами. Так как длина базовой линии значительно меньше дальностей от антенн до НКА, при вычислении параметров ориентации можно использовать интерферометрическую модель измерений. Интерферометрическая модель измерений позволяет считать вектор, определяющий направление от

одной антенны к НКА, параллельным вектору, определяющему направление от второй антенны к тому же НКА. В такой ситуации разность дальностей между антеннами и НКА равна скалярному произведению вектора, образованного базовой линией, и вектора, определяющего направление от антенной базы к НКА.

Осуществив измерения дальностей при наличии информации о проекциях вектора, определяющего направление на НКА, в земной системе координат (вычисляются с использованием кодовых измерений и эфемерид) и вектора, образованного базовой линией в связанной системе координат, вычисляются углы курса и тангажа/крена. Для вычисления углов можно применить метод векторного согласования.

Для измерения дальностей с требуемой для вычисления углов ориентации точностью необходимо использовать фазовые измерения сигналов НКА. Формирование разности дальностей до НКА, измеренных с применением разнесенных в пространстве антенн, позволяет уменьшить до практически нулевых значений основную часть ошибок измерений фазы. За исключением ошибок генераторов приемников и целочисленной неоднозначности. Ошибка генераторов приемников устраняется за счет формирования вторых разностей измерений.

Важнейшей задачей при проектировании алгоритмов системы вычисления углов ориентации является разрешение целочисленной неоднозначности измерений фазы. Следует отметить, что эта задача должна быть решена и в начальный момент (при инициализации системы), и после срыва слежения за сигналом, так называемого проскальзывания цикла (cycle slip). Разрешение целочисленной неоднозначности сегодня наиболее часто осуществляется с использованием методов, основанных на избыточности числа НКА (переборные методы). Опыт применения систем вычисления углов ориентации по сигналам ГНСС позволил выявить недостаток, указанных методов. В тех случаях, когда отсутствует избыточность НКА или она недостаточна, устранение неоднозначности или невозможно, или время решения задачи слишком велико с практической точки зрения. Решить проблему можно в случае привлечения дополнительных измерений о движении объекта от неспутниковых датчиков. Учитывая вышеизложенное, представляется целесообразным исследовать возможности непосредственного применения измерений инерциальных датчиков вместе с неоднозначными фазовыми измерениями ГНСС для вычисления углов ориентации и устранения целочисленной неоднозначности. В работе [1] предложен новый метод определения параметров ориентации, использующий указанные измерения. Более того, показано, что для решения задачи будет достаточно дополнить фазовые измерения измерениями датчиков абсолютных угловых скоростей (гироскопов).

В работе приводятся результаты исследования (теоретического и методами имитационного моделирования) возможностей применения нового метода вычисления параметров ориентации по интерферометрическим неоднозначным фазовым измерениям спутниковых навигационных систем и измерениям абсолютной угловой скорости.

По результатам исследований сформулированы преимущества нового метода:

• Возможность устранения целочисленной неоднозначности без наличия избыточного числа НКА и при наличии только одной базы;

• Возможность определения всех трех углов ориентации уже после первого измерения при наличии только одной базы;

• Независимость от предварительной информации об углах ориентации.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 19-08-01223-а.

Список литературы

1. 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. ISSN 2075-1087

Сравнение методов разработки систем управления посадкой для многоразово используемых ракет

Залеткина А.Д., Мазаев А.С., Хабаров А.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Рыбников С.И.
МАИ, Москва
hard.dats@yandex.ru

В настоящее время становится актуальной идея спасения отработавшей ступени для её повторного использования. Однако несмотря на множество идей и проектов, единственной серийной многоразовой первой ступенью были только твердотопливные ускорители Спейс Шаттла. Это

неудивительно, потому что любая система посадки требует дополнительного веса, который очень дорог в ракетостроении. Возвращать для повторных запусков планируется только первую ступень, так как повторная эксплуатация обеих ступеней нецелесообразна. Повторное использование ракетных ступеней должно сократить издержки примерно на треть.

Самая дорогостоящая часть в ракете – это двигатель первой ступени, поэтому задача состоит в спасении именно этой части. В многоразовых космических системах предусмотрен безопасный спуск или возвращение к месту старта и мягкая посадка отработавших ступеней ракет-носителей. Для многоразовой ракеты потребуется на несколько тонн топлива больше, чем для одноразово используемой. Чтобы безаварийно опустить эту ступень обратно на землю, возвращаемые ступени должны иметь собственные системы управления (СУ) и базу запаса топлива.

Объектом исследования является система автоматического управления посадкой ракеты. В качестве основных органов управления используются двигатель ракеты и два вспомогательных двигателя, расположенных в носовой части. В качестве датчиков применяются: гироскоп, датчик линейных ускорений, датчик контакта соприкосновения с землей.

Целью исследования является сравнение двух методик проектирования САУ посадкой ракеты: метод проектирования с использованием нейросети и частотный метод проектирования. В результате выяснилось, что метод проектирования с использованием нейросети быстрее по сравнению с классическим, но не столь ясен и точен, а также на нейросетевом методе нельзя провести математический анализ.

Моделирование полета ракеты с применением нейросети проводилось с использованием OpenAI Gym и Keras с последующей визуализацией на языке Python. Для частотного метода была сформирована и промоделирована структурная схема в графической среде имитационного моделирования Simulink. Для визуального сравнения систем автоматического управления был произведен экспорт структурной схемы из Simulink в Python при помощи Python Control Systems Library.

Список литературы

1. Фомичев А.В. Системы управления космических летательных аппаратов. –М., 2015

2. Павлов В.А. О проблемах вертикального взлета и посадки летательных аппаратов. –М.: ФИЗИКА, 1998.

Использование метода триангуляции в сотовой сети для навигации малых беспилотных летательных аппаратов

Карпович Д.П.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Капустин А.Г.
БГАА, Минск, Беларусь
dkarpovich2000@gmail.com

В настоящее время наиболее распространенным способом навигации беспилотных летательных аппаратов является использование спутниковых радионавигационных систем (в основном GPS и ГЛОНАСС), а также датчика магнитного курса. Общим недостатком использования любой радионавигационной системы для навигации малых беспилотных летательных аппаратов (БЛА) является то, что при определенных условиях сигнал может не доходить до приемника или приходить со значительными искажениями и задержками. Точность гражданских приемников глонасс/gps сейчас находится в пределах 5-15 метров.

В Республике Беларусь значительная часть территории покрыта сотовой сетью того или иного оператора. В связи с этим предлагается использовать метод триангуляции для определения местоположения малых беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в пространстве. К малым БЛА будем относить микро- и мини-БЛА ближнего радиуса действия (предназначены для индивидуального оперативного использования на коротких дальностях на удалении до 25 – 40 километров) и легкие БЛА малого радиуса действия (взлетная масса от 5 до 50 килограммов; дальность действия в пределах 10 – 120 километров).

Ключевая особенность сотовой связи состоит в том, что общая зона покрытия делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных базовых станций (БС). Соты частично перекрываются и вместе образуют сеть. На идеальной (ровной и без застройки) поверхности зона покрытия одной БС представляет собой круг, поэтому составленная из них сеть имеет вид шестиугольных ячеек (сот). БС поддерживают связь с gsm-приемниками (телефоны или gsm-модем) и обмениваются с ними данными в зависимости от режима работы, используя данное свойство БС, предлагается для навигации использовать gsm-модуль, который обменивается данными с БС

непрерывно. Особенности работы gsm-модуля: при расчете расстояния от БС до gsm-модуля учитывается время прохождения пакета данных и его скорость; скорость распространения электромагнитных волн определяется электрическими и магнитными характеристиками среды (диэлектрической проницаемостью среды, магнитной проницаемостью среды, скоростью света в вакууме, показателем преломления среды). После определения скорости и времени передачи данных, определяется расстояние от gsm-модуля до БС с учетом скорости волны v и времени t от момента посыла данных до приема. Волны могут отражаться от различных объектов (зданий, линий ЛЭП и т. п.), что делает этот способ нахождения расстояния (неточным) неверным. Однако при использовании малых БЛА на открытых участках местности, где сигнал не будет отражаться от чего-либо (например, использование беспилотных летательных аппаратов в точном земледелии), способ представляется возможным и довольно точным [1,2].

Для определения местоположения gsm-модуля необходимо знать расстояние минимум до трех БС. Существует карта, на которой помечены точки, в которых находятся БС. Если взять эти точки за центры окружности, а расстояния от gsm-модуля до БС за радиусы, то при нахождении точек пересечения окружностей определим точку, в которой находится gsm-модуль. Если при движении малых БЛА gsm-модуль выйдет из зоны сигнала какой-либо БС, то в этом случае модуль подключится к другой станции. Процедура проверки наличия обмена данными с тремя базовыми станциями происходит непрерывно в gsm-модуле.

Для экономного использования ресурсов памяти БЛА, достаточно загрузить часть карты с данными о местоположении БС, учитывая маршрут полета. Точность вычислений будет зависеть от скорости обработки данных процессором БЛА, а также от скорости отдачи сигнала БС и самим gsm-модулем. После загрузки карты и при запуске БЛА ошибка в точности координат местоположения будет накапливаться, поэтому при каждом новом пуске необходимо определять местоположение аппарата заново.

Анализ показывает, что в настоящий момент данный подход может рассматриваться как более дешевая и оперативная альтернатива использованию спутниковых данных при осуществлении картографирования и мониторинга как площадей, так и отдельных объектов [1,2]. Основными проблемами дальнейшего развития метода являются усовершенствование подходов к геометрической коррекции изображений. В дальнейшем развитии нуждаются также методы детектирования отдельных свойств объектов.

Список литературы

1. Вернюк, Ю.И. Опыт комплексного применения беспилотных и сверхлегких пилотируемых летательных аппаратов, систем глобального позиционирования и геоинформационных систем для исследования, картографирования и мониторинга почвенного и растительного покрова хозяйств // Инновационные процессы в АПК. –М: 2013. с. 423–428.

2. Capolupo A., Pindozzi S., Okello K., Fiorentino N., Boccia L. Photogrammetry for environmental monitoring: the use of drones and hydrological mod-els for detection of soil contaminated by copper // sci. total environm. 2015. vol. 514. p. 298–306.

Особенности создания привязного аэродинамического модуля на основе мультиротоной платформы с разделенной нагрузкой

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 рассматриваются особенности управления и стабилизации мультироторной платформой постоянного питания, обеспечение наиболее эффективных способов удержания позиции и угла наклона троса-кабеля.

В последнее время остро стоит вопрос о повышении полетного времени мультироторных платформ[1]. Ограничение полетного времени в основном связанно с типом энергоносителя – литий полимерного аккумулятора[2]. В настоящее время технология создания такикх аккумуляторов достигла своего пика и предпринимаются попытки увеличения полётного времени мультикоптеров. Исходя из этого нами было предложено обеспечивать аппарат питанием с земли с помощью троса-кабеля.

В ходе решения данной задачи было выявлено несколько задач: обеспечение вертикальности троса и компенсация внешних возмущений в системе трос-мультикоптер. Для решения поставленных задач необходимо отслеживать угол наклона троса. Было предложено использовать метку для определения

отклонения с помощью визуального наблюдения (использование компьютерного зрения). Данный вариант не обладает достаточной точностью, а также требует канал передачи сигнала (Wi-Fi, кабель), и был отклонен. В ходе анализа возможных технических решений было решено использовать 3-хосевой микрогироскоп, закреплённый на тросе.

При создании модели было математически выявлено, что контуры управления аппаратом не требуют кардинальных изменений. Была создана модель, которая подтвердила выдвинутую ранее гипотезу. Идёт разработка опытной модели с учетом всех наработок.

Навигационный комплекс беспилотного городского такси

Клопков А.А.
Научный руководитель — Кузнецов И.М.
МАИ, Москва
alexanderklopkov@mail.ru

На сегодняшний день основным источником получения навигационной информации на борту транспортных средств (ТС) в рамках проектов интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в крупных городах мира является приемник спутниковых навигационных систем (СНС). Однако СНС имеет принципиальный недостаток: снижение точности и ухудшение надежности показаний при движении объекта в условиях плотной городской застройки [1]. Эта особенность связана, в первую очередь, с явлением переотражения сигналов СНС (многолучевостью), а также с наличием большого количества радиопомех. В свою очередь многолучевость включает понятия: прием переотраженных сигналов (ППС); интерференцию прямых и переотраженных сигналов (ИППС). ППС возникает, когда сигнал, который находится в зоне прямой видимости блокируется (например, зданием) и приемник использует только переотраженный от другого здания сигнал. ИППС, в свою очередь, возникает при приеме как прямых, так и переотраженных сигналов, что также ведет к ухудшению точности и надёжности навигационного обеспечения.

Существует большое количество методов по улучшению точности показаний СНС, связанных с борьбой с многолучевостью [2], имеющих как преимущества, так и недостатки, однако их анализ позволяет сделать вывод о недостаточности их применения с целью выдерживания требуемого уровня точности и надежности навигационного решения.

Объектом исследования в рамках доклада является навигационный комплекс беспилотного городского такси в состав которого входят: бесплатформенная инерциальная навигационная система (ИНС), одометрическая система счисления пути, система навигации на базе визуальной одометрии с использованием радаров и другие датчики и подсистемы. Состав такого навигационного комплекса варьируется и может быть расширен в зависимости от требований к надежности навигационного обеспечения. Анализ нормативных документов показывает отсутствие четких требований в настоящий момент времени к такого рода системам, однако публикации в рассматриваемой тематике позволяют судить о перспективных требованиях – уровень точности должен достигать единиц сантиметров, а целостность, как одна из основных мер надежности получения навигационной информации, составляет порядка 0,999. В рамках работы разработаны алгоритмы навигационного комплекса беспилотного городского такси, с помощью имитационного моделирования проведена оценка компонентов вектора состояния на базе фильтра Калмана, разработан полунатурный стенд по изучению основных навигационных характеристик комплекса с использованием датчиков и вычислителя на базе Arduino. Полученные результаты позволяют сделать вывод о работоспособности предложенного подхода.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 19-08-01223-а.

Список литературы

1. Антонов Д.А., Жарков М.В., Кузнецов И.М., Чернодубов А.Ю. Методы повышения точности и помехозащищенности навигационного обеспечения транспортного средства // Труды МАИ, 2016. №90. URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=74758 (дата оращения: 15.02.2019)

2. Groves P.D., Jiang Z., Rudi M., Strode P. A Portfolio Approach to NLOS and Multipath Mitigation in Dense Urban Areas, Proc. ION GNSS+ 2013, pp. 3231 – 3247

Начальная выставка инерциальной навигационной системы автономного необитаемого подводного аппарата

Колганов Л.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Антонов Д.А.
МАИ, Пушкино
leon.kolg@gmail.com

Автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) в настоящее время нашли широкое применение и доказали свою эффективность при обеспечении безопасности судоходства, мониторинге трубопроводов, наблюдении природных процессов [1]. Наиболее распространенным и востребованным является класс малых (переносных) АНПА массой до 150 кг. Такие аппараты активно разрабатываются как отечественными, так и зарубежными производителями [2].

Вследствие схожих областей применения и требований, предъявляемых к тактико-техническим характеристикам АНПА малого класса, многие аппараты имеют схожий состав комплекса бортового оборудования (КБО). В качестве ядра навигационной системы традиционно применяется бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС). Из-за того, что малый класс АНПА характеризуется малыми внутренним диаметрами корпуса (до 300 миллиметров), число датчиков и систем, применяемых в комплексной навигационной системе ограничено. В связи с этим к БИНС предъявляются жёсткие требования в части точности определения параметров ориентации и навигации АНПА, в том числе к точности начальной выставки.

В рамках проведения опытно-конструкторских работ по разработке КБО АНПА была поставлена задача разработки алгоритма автономной начальной выставки бесплатформенной инерциальной навигационной системы. Для решения поставленной задачи был применен метод векторного согласования.

Оценка качества работы алгоритма начальной выставки была проведена на основании результатов математического и полунатурного моделирования. В результате полунатурного моделирования было показано, что применение метода векторного состояния обеспечивает требуемый уровень точности определения начальных значений для работы БИНС КБО АНПА.

Существенным ограничением для применения метода векторного согласования является низкая точность определения угла курса и нелинейный рост погрешности определения углов ориентации при увеличении погрешности измерений угловой скорости вращения Земли и ускорения свободного падения. Путем повышения точности начальной выставки и расширения границ применения АНПА является использование опорных данных о курсе и о факте неподвижного состояния АНПА во время начальной выставки.

В ходе опытно-конструкторских работ было разработано программно-алгоритмическое обеспечение автономной начальной выставки БИНС КБО АНПА малого класса. Результаты исследования алгоритма начальной выставки подтвердили требуемый уровень точности определения параметров ориентации БИНС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (Задание №8.2118.2017/4.6 на выполнение НИР в рамках проектной части госзадания в сфере научной деятельности).

Список литературы

1. Бахарев С.А., Карасев В.В., Карасев А.В. Использование автономных необитаемых подводных аппаратов в процессе изучения мирового океана. // Научные труды Дальрыбвтуза, 2012. С. 1-4.

2. Агеев М.Д., Киселев Ю.В., Матвиенко Ю.В. Автономные подводные роботы. М.: Наука, 2005. С. 8-44.

3. Помыкаев И.И., Селезнев В.П., Дмитроченко Л.А. Навигационные приборы и системы. М.: Машиностроение, 1983. С. 226-329.

Навигационное обеспечение системы самолетовождения ближне-среднемагистрального пассажирского самолета

Крутов А.Г.
Научный руководитель — Кузнецов И.М.
МАИ, Москва
ak-250794@yandex.ru

В современных авиалайнерах используется большое количество сложных технических систем и комплексов. Одним из таких комплексов является бортовое радиоэлектронное оборудование (БРЭО), в состав которого среди прочих входят такие системы, как система самолетовождения, система индикации и сигнализации, включающая многофункциональные индикаторы, различные пульты управления и ввода информации. Все компоненты систем, входящих в состав БРЭО управляются посредством установленного на них программного обеспечения (ПО). Разработка каждого из компонентов систем сопровождается выбором одного из множества вариантов реализаций. Поэтому создание большого количества образцов требует большого количества материальных и временных ресурсов. Для минимизации экономических и временных затрат при разработке используются стенды прототипирования, позволяющие создать виртуальные модели проектируемых подсистем в различных вариантах реализации. Используя виртуальные модели, можно оценить целесообразность создания того или иного варианта подсистемы. Для разработки моделей подсистем БРЭО используется специализированный программный комплекс SCADE (Safety-Critical Application Development Environment), предназначенный для проектирования систем со специальными требованиями к безопасности. SCADE представляет собой среду визуального проектирования и автоматической генерации исходного кода, который в свою очередь является сертифицированным по стандарту безопасности для авиации DO-178B уровня A [1, 2].

В работе рассматриваются возможности использования стенда прототипирования при разработке системы самолетовождения и системы индикации и сигнализации, входящих в состав БРЭО пассажирского авиалайнера МС-21.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Задание №8.2118.2017/4.6 на выполнение НИР в рамках проектной части госзадания в сфере научной деятельности).

Список литературы

1. DO-178B / ED12B, Software Considerations in AirborneSystems and Equipment Certification // RTCA / EUROCAE (December 1992).

2. Frederic Pothon. DO-178C/ED-12C versus DO-178B/ED-12B. Changes and Improvements, ACG Solutions, Viols Le Fort, France, September 2012.

Реализация алгоритма оптимального управления каналом тангажа самолета

Кулагина С.А., Платонов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нгуен Ныы Ман
МАИ, Москва
sonya1812@mail.ru

Одним из важнейших направлений исследования в области проектирования авиационных систем является оптимизация систем управления движения летательного аппарата (ЛА) и его подсистем. В связи с этим, в данной работе рассмотрено решение задачи оптимального управления каналом тангажа с использованием модифицированного алгоритма градиентного метода первого порядка.

В соответствии с поставленной задачей разработана математическая модель канала тангажа в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений Коши и сформирован критерий оптимальности в виде функционала, учитывающего все требуемые условия, предъявляемые к состоянию и управлению. Используемый алгоритм решения задачи оптимального управления также предлагает решить двухточечную граничную задачу с фиксированным правым концом.

Для реализации предлагаемого алгоритма использованы функции, написанные на языке C++, такие как функция интегрирования системы дифференциальных уравнения по методу Рунге-Кутты в прямом и обратном времени, функции вычисления частных производных, функции поиска экстремума, подынтегральная функция, терминальная функция, функция для производной Лагранжиана и многие другие. Основные параметры задаются в уравнении движения и решаются через систему дифференциальных уравнений. Создаются синусоидальная функция и функции

длинного и короткого периодов. В основное уравнение движения подставляем требуемые значения скорости и угла отклонения руля высоты.

Для оценки эффективности работы алгоритма разработаны программные коды в программе Mathcad 14, в которой задаем параметры графика для сопоставления полученных результатов с требуемыми (желаемыми) траекториями изменения выходных сигналов системы. В рамках представленной работы был построен алгоритм, который позволяет оптимизировать управление каналом тангажа во время движения по заданной траектории.

Литература

Нгуен Н. М. Методическое пособие к выполнению лабораторных работ по курсу моделирование систем. –М.: Изд-во МАИ, 2016.

Имитационное моделирование характеристик КЭНС

Лихачева Т.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Веремеенко К.К.
МАИ, Москва
lihacheva_94@mail.ru

В современной навигации требования к точности местоопределения летательных аппаратов постоянно повышаются. Одним из перспективных направлений развития навигационной техники считается разработка корреляционно-экстремальных навигационных систем (КЭНС), отличительной особенностью которых является независимость от внешних опорных навигационных устройств [1, 2]. Для определения местоположения в КЭНС используется информация о различных естественных геофизических полях (оптическом, инфракрасном, аномальном электромагнитном и т.д.). КЭНС осуществляет определение местоположения летательного аппарата путём сопоставления информационного кадра, получаемого бортовым датчиком геофизического поля (фотоприёмник видимого диапазона), с информационным кадром, получаемым с использованием вычисленных на борту координат и карты поля, хранящейся в бортовой вычислительной машине системы управления ЛА [3, 4]. Таким образом вычисляется поправка к местоположению ЛА, которая используется для коррекции бортовых навигационных систем [5, 6].

В работе проведено имитационное моделирование алгоритма коррекции БИНС по информации от КЭНС, в основе которого лежит универсальная математическая модель ошибок ИНС в пространстве состояния. При моделировании корректируемой БИНС используются компоненты вектора состояния, включающие ошибки определения координат, скоростей и углов ориентации, а также постоянных дрейфов гироскопов и ошибок акселераторов. Включение последних позволяет оценить влияние инструментальных ошибок инерциальных датчиков. Таким образом, модель ошибок БИНС описывается многосвязной системой линейных нестационарных дифференциальных уравнений [7]. В качестве уравнений ошибок корректирующей системы используются ошибки оптической системы, представленные в виде трёх компонент: постоянная, белый шум (в программном обеспечении – генератор случайных чисел), цветной шум (формирующий фильтр).

Для визуализации результатов проведённого моделирования осуществлена привязка по координатам, вычисляемым БИНС, к плоским прямоугольным координатам цифровой карты местности. В алгоритме перевода используются проекции Гаусса–Крюгера, показавшие более высокую точность при сравнении с проекциями Меркатора.

Представленные в докладе результаты позволяют проанализировать изменение основных характеристик КЭНС в зависимости от различных возмущающих факторов и оценить при этом точность коррекции БИНС.

Список литературы

1. Антонов Д.А., Веремеенко К.К., Жарков М.В., Зимин Р.Ю. Малогабаритная комплексная система навигации и ориентации. //Сборник материалов XIV Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам, ФГУП РФ ЦНИИ "Электроприбор", 2007. С. 160-164.
2. Буймов А.Г. Корреляционно-экстремальная обработка изображений. –Томск: ТГУ, 1987.
3. Волошин В.А. Разработка аппаратно-программного обеспечения макета корреляционно-экстремальной системы навигации летательного аппарата. //Вопросы оборонной техники. 2011.
4. Веремеенко К.К., Захарян Р.Р., Лихачева Т.Н. О концепции построения корреляционно-экстремальной системы, основанной на БИНС и использующей дискретную полярную корреляцию //Сборник материалов XXVI международной научно-технической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации». 2017. С.129-130.

5. Шипитько О.С. Исследование алгоритмов коррекции бесплатформенной инерциальной навигационной системы // Электронный журнал «МНТ Вестник». 2015.
6. Алешин Б.С., Веремеенко К.К., Черноморский А.И. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии. –М.: Физматлит, 2006.
7. Веремеенко К.К., Лихачева Т.Н. Структура и особенности алгоритмического обеспечения корреляционно-экстремальной навигационной системы // Сборник материалов 16-ой международной конференции «Авиация и космонавтика». 2017. С. 171-172.

Критерии оценки адаптивного человеко-машинного интерфейса пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов

Митрофанов С.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Рыбников С.И.
МАИ, Москва
mitrofanov94@mail.ru

В настоящее время состав бортовых систем воздушных судов включает в себя следующие системы:

• Пилотажно-навигационное оборудование;
• Радиотехническое оборудование навигации, посадки и управления воздушным движением;
• Система оповещения пилота об опасном сближении и предупреждения столкновения самолетов в воздухе;
• Средства контроля работы силовой установки;
• Противопожарная система и др.

Высокая система автоматизации бортового оборудования позволила перейти от ручного управления к диспетчерскому управлению в кабине экипажа. В таких системах человек и управляемый им объект образуют единую систему, называемую «человек–машина».

Достижения в области автономности систем и процессов стимулировало движение следующего поколения технологических достижений, особенно в области беспилотных и дистанционно пилотируемых летательных аппаратов. В то время как автоматизированные системы характеризуются набором предопределенных ответов на запланированные события, автономные системы способны воспринимать, изучать и адаптироваться к изменениям в окружающей среде. Автономные системы могут внести вклад в улучшение эксплуатационной безопасности, эффективности и результативности, но также вносят дополнительные соображения в области человеческого фактора в проектировании связанных человеко-машинных интерфейсов и взаимодействий. Человеко-машинный интерфейс должен быть ориентирован на пользователя, предоставляя соответствующую и своевременную информационную поддержку, избегая при этом перегрузки пользователя-человека чрезмерным объемом информации. В то же время чрезмерная автоматизация может привести к недогрузке пользователя-пользователя, что приведет к неправильному использованию автоматизации, самоуспокоенности и потере ситуационной осведомленности. Что еще более важно, надлежащая конструкция человеко-машинного интерфейса может помочь установить доверие между пользователями и автоматизированными системами, что способствует более эффективному объединению человека с машиной.

Существующие исследования предусматривают использование связанных систем, которые расширяют возможности оператора путем соответствующей адаптации человеко-машинного интерфейса. Ассоциированные системы способны распознавать ситуации, когда оператор-человек нуждается в помощи, и предоставлять необходимую поддержку. Базовые ассоциированные системы обычно состоят из модулей управления задачами, оценки оператора и адаптации интерфейса. Модуль управления задачами отслеживает условия среды и состояние системы, чтобы определить, какие действия требуются от оператора-человека. Модуль оценки оператора контролирует функциональное состояние и производительность оператора, чтобы определить, требуется ли дополнительная поддержка. Информация от этих двух модулей передается в модуль адаптации интерфейса, который перенастраивает человеко-машинный интерфейс в соответствии с заранее определенной логикой принятия решения.

Несмотря на наличие значительного объема литературы по оценке состояния оператора-человека, по-прежнему существуют значительные проблемы в области внедрения ассоциированных систем, способных надежно оценивать функциональное состояние оператора в условиях эксплуатации.

Управление угловым положением платформы одноосного колесного модуля

Михеев В.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Черноморский А.И.
МАИ, Москва
slav009@yandex.ru

Среди известных схем построения наземных одноосных колесных модулей (ОКМ) практически отсутствуют работы, посвященные вопросам управления угловой ориентацией их платформ, обладающих двумя степенями свободы относительно оси колесной пары. Такая схема построения ОКМ обладает рядом достоинств по сравнению с одностепенным вариантом, среди которых – возможность стабилизировать платформу в плоскости горизонта и управлять ее ориентацией в широком диапазоне углов ее отклонений от этой плоскости. Перспективно применение ОКМ с двухстепенной платформой в качестве автономного носителя аппаратуры мониторинга окружающего пространства, предназначенной, в частности, для измерения уклонов аэродромных покрытий, видеосъемки и фотографирования аэродромной инфраструктуры, осуществления охранных функций.

В работе представлена схема построения ОКМ с двухстепенной платформой, в которой в качестве силовых исполнительных элементов используются перемещающиеся маховики. Представлена его математическая модель. Исследованы процессы управления силовыми исполнительными элементами в режимах стабилизации платформы и управления ее угловой ориентацией. Приведены алгоритмы ориентации платформы на заданные углы.

Исследована возможность управления угловой ориентацией платформы в процессе следования ОКМ по заданному маршруту. Проведен анализ отклонений платформы на большие углы от плоскости горизонта. Моделирование процессов управления платформой подтвердило эффективность используемых алгоритмов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Договор №17-08-00928\17).

Лабораторный учебный стенд для исследования алгоритмов навигации малогабаритного трехколёсного робота

Никитенко И.А., Столяров Я.В., Ивакин М.В.
Научный руководитель — Лельков К.С.
МАИ, Москва
bulopas11@gmail.com

В докладе приведено описание разработанного лабораторного учебного стенда для исследования различных алгоритмов навигации при движении робота в лабиринте. Стенд включает в себя макет трёхколёсного робота, оснащенного различными видами датчиков, и программное обеспечение (ПО), позволяющее моделировать движение реального робота.

Макет трёхколёсного робота был создан в МАИ и описан в [1]. Для обеспечения прохождения лабиринта робот оснащен ультразвуковыми дальномерами и датчиками контакта с препятствием. При обработке информации с аналоговых датчиков используется контроллер на плате Arduino Nano.

Контроллер и датчики располагаются на небольшой трехколесной платформе и питаются от бортового аккумулятора. Платформа имеет два ведущих колеса на одной оси и одно свободное колесо, служащее третьей опорой. Движение платформы регулируется контроллером, который исполняет загруженный алгоритм навигации. ПО для моделирования движения робота было разработано в программной среде Matlab и представляет собой интерфейс, позволяющий создавать схему лабиринта, изменять конфигурацию робота, не ограничиваясь возможностями корпуса и размерами, а также задавать различные погрешности измерений датчиков, и погрешности в отработке команд двигателями. Отличительной чертой ПО является возможность реализации различных алгоритмов прохождения одного и того же лабиринта – например, устанавливать приоритетность некоторых команд алгоритма над другими. При моделировании используются реальные статистические ошибки движения робота и измерений датчиков. Возможна оценка влияния ошибок каждого конкретного датчика на точность алгоритмов навигации.

В дальнейшем планируется провести моделирование работы других датчиков, например сканирующего лазерного дальномера и Bluetooth-маяков для расширения количества возможных алгоритмов навигации при исследовании.

Особенности реализации отображения цифровой картографической информации в бортовых системах

Пархаев В.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Брехов О.М.
МАИ, Москва
v.a.parhaev@gmail.com

Задача визуализации картографической информации на борту заключается в динамическом воспроизведении картографических изображений местности в реальном времени. Картографическое изображение строится на основе бортовых баз (бортовых массивов) пространственных данных. Базы могут содержать: топогеодезическую, аэронавигационную информацию

Хранение картографических данных осуществляется в формате SXF. Формат имеет точную, последовательную структуру. В начале файла помещаются справочные данные (метаданные), содержащие информацию о данных в файле, далее хранятся записи с информацией по объектам карты. Объекты имеют разный размер вследствие различного количества метрик и семантик.

В настоящее время в ВВС РФ в современных бортовых модулях для отображения картографических данных используется графическая библиотека OpenGL. Основными причинами использования спецификаций OpenGL SC являются предназначение данной спецификации для работы на устройствах с ограниченными ресурсами, она имеет расширенную аппаратную поддержку, обеспечивает повышенную безопасность при работе с данными, а также возможность работы на различных платформах.

Большинство картографических объектов имеет форму сложного невыпуклого мно-гоугольника. OpenGL имеет возможность отображения треугольников и выпуклых многоугольников, однако для использования библиотек OpenGL требуется предварительная обработка.

В данной работе предлагается подход к организации массивов картографической инфор-мации и способ формирования их отображения по данным из полученных массивов с использованием средств библиотек OpenGL.

Списоок литературы

1. [СкворцЛит]Скворцов, А.В. Алгоритмы построения и анализа триангуляции / А.В. Скворцов, Н.С. Мирза. - Томск: Издательство Томского университета, 2006. - 167 с.
2. [ЛаслоЛит]Ласло, М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++ / Майкл Ласло - М.:БИНОМ, 1997. - 301 с.
3. [OpenЛит]OpenGL [Электронный ресурс] - https://www.opengl.org/ (Дата обращения 12.12.2018)
4. [ГеоинЛит]Геоинформационная система "Карта 2008" векторный формат "SXF" структура данных в двоичном виде - Ногинск: Панорама, 2009. - 36 с.
5. [ПанорамЛит]КБ Панорама [Электронный ресурс] - https://gisinfo.ru/ (Дата обращения 12.12.2018)
6. [KhronosЛит]Khronos OpenGL and OpenGL ES Reference Pages [Электронный ресурс] - https://www.khronos.org/registry/OpenGL-Refpages/ (Дата обращения 13.12.2018)
7. [АнглЛит]ElGindy, H. Slicing an ear using prune-and-search / H. ElGindy, H. Everett, G. T. Toussaint - Hannover: Elsevier, 1993. - 719 с.

Программно-алгоритмический комплекс по изучению свойств алгоритмов навигации и ориентации с использованием авиасимулятора

Порохин В.А.
Научный руководитель — Кузнецов И.М.
МАИ, Москва
vk.poroh.alex@bk.ru

При разработке и исследованиях алгоритмов бортового навигационного оборудования важную роль играет тестирование и испытания. В большинстве случаев разрабатываемые алгоритмы проходят несложные тесты на известных траекториях, таких как ортодромия и локсодромия [1]. Такой подход представляется не всегда оправданным. Создание приближённых к реальности тестов связано с моделированием физических условий полёта и работы летательного аппарата в целом.

Для решения обозначенных проблем предлагается подход, связанный с использованием существующих средств моделирования полёта на летательном аппарате, называемых авиасимуляторами. Ядром комплекса служит реалистичный авиасимулятор FlightGear с открытым

исходным кодом, реализующий моделирование полёта и летательного аппарата, обработку поступающих и выдачу данных и отображающий летательный аппарат, приборную панель и кабину, а также закабинное пространство.

Авиасимулятор FlightGear имеет довольно гибкую общую подсистему ввода-вывода, которая позволяет вести обмен информацией по любому поддерживаемому протоколу в любой поддерживаемой среде. Опции ввода-вывода могут быть настроены перед запуском через ключи командной строки.

Ядром системы моделирования является копия запущенного авиасимулятора, с которым осуществляется взаимодействие. Через фильтры входных и выходных данных, авиасимулятор обменивается навигационной информацией. При этом модель погрешностей навигационных систем и подсистем, таких как инерциальная курсовертикаль, гировертикаль, бесплатформенная инерциальная навигационная система и спутниковая навигационная система [2] может моделироваться как на этом же компьютере, так и на другой машине, осуществляя взаимодействие по сети. Несколько копий симулятора запускаются как вспомогательные и подключаются к ядру для отображения кабины и закабинного пространства на нескольких мониторах (по одной копии на один монитор). Взаимодействие с ними осуществляется по нативному протоколу симулятора. Система обработки траектории может строиться, например, на базе программы Atlas, связь с ней осуществляется как по протоколу NMEA по сети, так и через последовательный порт.

Все параметры симуляции, начиная от скоростей и заканчивая положениями тумблеров управления, представляются во FlightGear в виде иерархичного дерева переменных. Определив файл протокола, можно читать и писать значения переменных.

Использование авиасимулятора как ядра имитационного комплекса моделирования исследуемых алгоритмов позволяет получать полный набор навигационно-пилотажных параметров для любого этапа полета и выбранной динамики ЛА.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Задание №8.2118.2017/4.6 на выполнение НИР в рамках проектной части госзадания в сфере научной деятельности).

Список литературы

1. Помыкаев И.И., Селезнев В.П., Дмитроченко Л.А.. Навигационные приборы и системы: Учебное пособие для вузов. — М.: Машиностроение, 1983.

2. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии. Под ред. Б.С. Алёшина, К.К. Веремеенко, А.И. Черноморского. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. ISBN 5-9221-0735-6.

Методы и подходы к синтезу алгоритма контроля целостности навигационного обеспечения пилотируемой и беспилотной авиации

Пронькина А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Антонов Д.А.
МАИ, Москва
anastasiapronkina1995@mail.ru

В настоящее время перед разработчиками навигационного оборудования как пилотируемых, так и беспилотных летательных аппаратов стоит проблема выдерживания требуемого уровня точности и надежности определения параметров навигации на различных этапах полета. При этом требуемый уровень надежности формируется в том числе за счет обеспечения непрерывности, доступности и целостности измерений псевдодальностей глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), при решении навигационной задачи.

Под целостностью понимается способность системы с требуемой вероятностью обеспечивать пользователей своевременными, в смысле заданного интервала времени с момента появления отказа, предупреждениями в случаях, когда систему нельзя использовать для навигации из-за превышения в ее измерениях уровня ошибок выше заданного предела [1].

Наиболее распространенными методами алгоритма контроля целостности являются:

• RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) – автономный контроль целостности аппаратуры потребителя, который основывается на измерениях бортового спутникового навигационного приемника;

• FDE (Fault Detection and Exclusion)- при котором функция технологии RAIM- обнаружение- дополняется функцией исключения отказов

• AAIM (Airborne Autonomous Integrity Monitoring) -технология, которая осуществляет контроль целостности на основе интеграции двух и более систем. AAIM является методом контроля целостности, который заключается в сравнении навигационной информации, получаемой от ГНСС с информацией от других навигационных систем. К таким системам относятся: бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС), радионавигационные системы ближней и дальней навигации (РСДН, РСБН), барометрические системы и др.

Ярким примером AAIM технологии является разработанная американской корпорацией Honeywell технология HIGH (Honeywell Inertial GPS Hybrid), основанная на интеграции БИНС и ГНСС [2]. В России внедрение системы, позволяющей использовать функцию HIGH, было апробировано на среднемагистральном самолете МС-21. Существует и модифицированная технология HIGH Step II, отличительной особенностью которой является использование метода раздельных решений, который заключается в том, чтобы на основе фильтра Калмана 36-го порядка построить RAIM-подобную функцию.

Еще одним примером AAIM технологии является разработанная американской компанией Northrop Grumman технология AIME, которая также основана на интегрировании БИНС и ГНСС [3]. Особенностью данной технологии является то, что нет необходимости в RAIM-прогнозе. Также алгоритм не требует наземных радиосредств и позволяет операторам значительно сократить расходы за счет удаления других навигационных систем с ЛА.

Стоит отметить, что отечественные производители навигационного оборудования не выпускают серийно системы, которые бы использовали AAIM подобные технологии. Поэтому актуальной является проблема синтеза алгоритма контроля целостности, например, на основе оптимального фильтра Калмана перестраиваемой структуры и порогов принятия решения об обнаружении искажения и исключении измерения псевдодальности проблемного навигационного космического аппарата ГНСС из навигационного решения.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 19-08-01223-а.

Список литературы

1. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. - М.: ЭкоТрендз, 2003. – 326 с.;
2. Рекламно-техническое описание системы Honeywell Laseref VI. Официальный сайт компании «Honeywell» https://aerospace.honeywell.com/en/~/media/aerospace/files/brochures/n61-1651000-000-laserefvimicroinertialreferencesystem-bro.pdf. (ссылка актуальна на 10 февраля 2018);
3. Рекламно-техническое описание технологии Northrop Grumman AIME. Официальный сайт компании «Northrop Grumman» http://www.northropgrumman.com/Capabilities/AIME/Documents/AIME-Autonomous_Integrity_Moni.pdf (ссылка актуальна на 10 февраля 2019).

Разработка динамической модели пространственной приводной системы беспилотного летательного аппарата

Рекун В.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Кубинка-1
slastena.28.29.8@gmail.com

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) получили большое распространение и имеют широкий спектр применения в различных сферах, в частности, БПЛА используют для решения задач слежения за подвижными объектами, имеющими высокие динамические параметры. Для обеспечения слежения необходимо размещение на борту БПЛА подвижного автоматического устройства слежения, проектирование которого для БПЛА является актуальной задачей.

Для обеспечения высоких показателей качества наведения оси чувствительного элемента системы слежения на цель рационально применять систему специальных электромеханических приводов. В данной работе рассмотрен малогабаритный БПЛА с установленной на нем системой автоматического слежения за целью (САС) с сопоставимыми массо-габаритными характеристиками. Основание приводной системы САС установлено на силовой конструкции БПЛА.

При разработке динамической модели САС учитывается взаимонагружение электромеханических приводов, входящих в состав САС, связанных между собой механическими связями, характер которых обусловлен кинематической схемой и конструктивной реализацией САС. Минимизировать взаимонагружение электромеханических приводов возможно за счет изменения кинематической схемы и конструкции САС путем введения механических демпферов, параметры которых определяются в зависимости от конкретной конструктивной реализации и требований к динамическим параметрам.

В ходе работы составлена динамическая модель приводной системы, реализованной по альт-азимутальной кинематической схеме. Входными координатами системы являются координаты цели, координаты БПЛА, угловые скорости движения БПЛА. Параметрами системы являются электромеханические постоянные времени приводов, приведенные к осям вращения моменты инерции подвижных частей конструкции САС и упругая податливость опор.

В дальнейшем планируется разработка методики характеристик САС, на базе которой предполагается проектирование конструкции приводной системы.

Программный комплекс для управления подвижным телескопом при лазерной локации космических аппаратов

Рыбаков В.А., Гуслякова В.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Денисова И.П.
МАИ, Москва
volodyarybakov@mail.ru

В последнее время информационные технологии стали активно применяться при проведении лазерной локации космических аппаратов. Разработка лазерных станций нового поколения, основанных на других принципах, отличающихся от ранее использовавшихся, потребовала изменения программного обеспечения. Если раньше, когда приемный телескоп был конструктивно объединен с передающим, основной задачей компьютерной техники была фиксация момента излучения светового импульса по всемирному (гринвичскому) времени, а также момента времени прихода в приемный телескоп светового импульса, отраженного от ретрорефлектора космического аппарата, то в разрабатываемых конструкциях лазерных станций этого недостаточно.

В частности, одной из таких конструкций является лазерная станция с подвижным телескопом. Отраженный от единичного ретрорефлектора лазерный импульс на поверхности Земли образует пятно, радиус которого может достигать несколько километров. Центры пятен в процессе локации движутся по поверхностям Земли со скоростью, не превышающей 10 км/час. Из-за эффекта скоростной абберации лазерная станция не находится на периферии этого пятна. Так как поток световой энергии отраженного светового импульса на периферии пятна в десятки раз меньше, чем в центре пятна, то часто принимаемый импульс оказывается ниже порога, необходимого для регистрации.

Поэтому было предложено использовать не неподвижный телескоп, а перевозимый на автомобиле вслед за центрами импульсов. В этом случае принимаемый поток световой энергии возрастает в десятки раз, обеспечивая возможность лазерной локации космических аппаратов, которые ранее выпадали из программы локаций.

Для информационного обеспечения этого способа локации потребовался программный комплекс, задачами которого являлись: численный расчёт времени вхождения заданного космического аппарата в область локации (выше 20^{o} над линией горизонта), регистрация на стационарном телескопе времени старта каждого импульса, а на приемном телескопе времени прихода каждого отраженного импульса, расчет координат на поверхности Земли и времени прихода центров отраженных импульсов. Кроме того, одна из компонент этого программного комплекса опрашивает систему Глонасс и определяет координаты текущего положения автомобиля, просчитывает оптимальный маршрут к центру приходящего импульса и управляет движением автомобиля с помощью Глонасс.

Исследование алгоритмов стабилизации и управления автономного необитаемого подводного аппарата методами математического моделирования

Рябинкин М.С., Савкин А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Антонов Д.А.
МАИ, Москва
max230658@gmail.com

В настоящее время при решении задач мониторинга морских акваторий активно применяются необитаемые подводные аппараты. К таким задачам можно отнести обеспечение безопасности судоходства, измерения гидрофизических параметров, исследование месторождений полезных ископаемых и другие. Наиболее распространенным и востребованным является класс малых (переносных) АНПА массой до 150 кг. Аппараты этого класса активно разрабатываются отечественными производителями.

При выполнении опытно-конструкторских работ по созданию АНПА малого класса были синтезированы алгоритмы стабилизации и управления движением. Алгоритм включает в себя контур управления, который делится на два блока: блок стабилизации и блок формирования значений траекторных параметров. Регуляторы блока стабилизации обеспечивают соответствие рассчитанных параметров положения объекта требованиям, заданным блоком формирования значений траекторных параметров.

Для расчета параметров регуляторов блока стабилизации была разработана математическая модель аппарата, учитывающая силы и моменты, возникающие вследствие тяговых, гидродинамических, управляющих и других воздействий, влияющих на аппарат. Идентификация коэффициентов модели на начальном этапе производилась при помощи компьютерного моделирования в среде SolidWorks и аналитическими методами. Гидродинамические коэффициенты модели получены в виде зависимостей от углов атаки и скольжения, а также от угловых скоростей аппарата, и использованы для расчета параметров регуляторов блока стабилизации методами оптимизации.

Для снижения времени на разработку и упрощения тестирования программного обеспечения все алгоритмы были реализованы в среде Matlab/Simulink с последующей конвертацией в программный код микроконтроллера на языке Си. Такой подход дает возможность оперативно вносить изменения в алгоритмическую структуру, а также позволяет быстро проводить моделирование алгоритмов с помощью персонального компьютера.

В процессе математического моделирования подтверждена корректность алгоритмов стабилизации управления. В дальнейшем планируется полунатурное испытание программного обеспечения, созданного на основе модели.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (Задание №8.2118.2017/4.6 на выполнение НИР в рамках проектной части госзадания в сфере научной деятельности).

Стенд на основе мобильного устройства для анализа измерений инерциальных датчиков и изучения свойств навигационных алгоритмов

Смыков Г.В.
Научный руководитель — Пронькин А.Н.
МАИ, Москва
egor.smikov@yandex.ru

Одной из особенностей современного общества является внедрение робототехнических устройств и систем в различные сферы жизнедеятельности. Как правило, для функционирования таких объектов необходимо знать информацию о параметрах ориентации и навигации самого объекта относительно окружающего пространства. В настоящее время в качестве первичных измерителей для решения задач ориентации активно используются датчики на основе МЭМС технологии. Отличительными особенностями микромеханических датчиков являются миниатюризация габаритных размеров, небольшое напряжение питания и относительно низкая стоимость. Благодаря совокупности этих характеристик микромеханические датчики нашли применение в самом широком спектре устройств, что в свою очередь позволило качественно изменить их функциональные характеристики.

Наряду с этим актуальной задачей является подготовка специалистов, обладающих знаниями и навыками работы с микромеханическими датчиками, умением обрабатывать полученные данные и строить различные навигационные алгоритмы на основе полученных измерений.

В рамках работы была предложена методика для анализа измерений от микромеханических инерциальных датчиков и изучения свойств навигационных алгоритмов. Разработана структура стенда, в состав которой входит персональный компьютер (ПК), мобильное устройство (смартфон под управлением ОС Android), беспроводная линия передачи данных (Wi-Fi), а также разработанное программное обеспечение (ПО) [1].

Мобильное устройство осуществляет сбор и последующую передачу данных в режиме реального времени на ПК посредством сети Wi-Fi или производит запись информации на SD карту с последующей обработкой данных на ПК в программной среде Matlab [2]. Методика работы со стендом реализована таким образом, чтобы в процессе обучения студенты имели возможность самостоятельно строить навигационные алгоритмы по поступающим измерениям в реальном времени [3]. В докладе приводится методика анализа измерений микромеханических датчиков, структура ПО стенда, а также графические результаты и анализ результатов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования и науки РФ (Задание №8.2118.2017/4.6 на выполнение НИР в рамках проектной части госзадания в сфере научной деятельности).

Список литературы

1. Android Developers / Официальный сайт разработчика на платформе Android: https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview

2. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. – М.: Наука, 1968. – 289 с.

3. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем / Под ред. Д. С. Пельпора. В 3-х ч. – М.: Высш. шк., 1977. Ч. 1: Системы ориентации и навигации; Ч. 2: Гироскопические стабилизаторы; Ч. 3: Элементы гироскопических приборов

Повышение точности пассивного определения дальности до наземной цели бортовой оптико-электронной системой летательного аппарата

Шаронов И.Е., Ханов А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Шипко В.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Sharonov_iven@mail.ru

Основным источником информации о дальности наземной цели (НЦ) является лазерный дальномер или дальномер-целеуказатель летательного аппарата (ЛА). Однако эффективность лазерного способа определения дальности напрямую зависит от погодных условий и является малоэффективным в условиях аэрозольных помех [1]. При этом лазерный способ является активным и носители устройств, реализующие такие способы, могут быть легко обнаружены и уничтожены. Поэтому актуальна задача снижения заметности средств измерения дальности до НЦ.

Существует способ пассивного определения дальности НЦ и различные его ал-горитмические реализации [2–4]. В частности, для реализации такого способа в полете обнаруживают заданную НЦ, выполняют ее захват и сопровождение. В фиксированный момент времени измеряют угол места и азимут НЦ, а также высоту полета ЛА над рельефом местности. Однако неоднородность рельефа местности может вносить погрешность в значение измеренной дальности до НЦ, т.к. дальность между ЛА и НЦ вычисляют при допущении, что место расположения НЦ и проекция места нахождения ЛА на поверхность рельефа местности находятся в одной горизонтальной плоскости, проходящей через эту проекцию. При превышении (принижении) места расположения НЦ над этой горизонтальной плоскостью, появляется погрешность в определении дальности. Следовательно, погрешность в определении дальности пропорциональна значению дальности, а коэффициент пропорциональности зависит от отношения величины превышения (принижения) места расположения НЦ относительно проекции места нахождения ЛА на поверхность рельефа местности к высоте полета ЛА над рельефом местности.

Преодолеть этот недостаток можно с помощью компенсации высот превышения (принижения) НЦ относительно проекции ЛА на горизонтальную плоскость по данным цифровой карты высот рельефа местности. Для этих целей разработана методика коррекции определения дальности до НЦ с использованием цифровой карты высот рельефа местности. Разработанная методика позволяет повысить точность определения геометрических наклонной или горизонтальной дальностей за счет учета превышения или принижения наземной цели относительно горизонтальной плоскости проходящей через проекцию летательного аппарата на земную поверхность.

Список литературы

1. Лазерная локация / И.Н. Матвеев, В.В. Протопопов, И.Н. Троицкий, Н.Д. Устинов; Под ред. чл.-кор. АН СССР Н.Д. Устинова. – М.: Машиностроение, 1984. 272 с.

2. Пат. 2148795 Российская Федерация, МПК G01S13/18. Способ определения дальности [Текст] / Григорьев В.Г., Григорьев Д.В., Григорьев В.В., заявитель и патентообладатель Григорьев В.Г., Григорьев Д.В., Григорьев В.В.; заявл. 22.02.1998; опубл. 10.07.1999.

3. Пат. 2148795 Российская Федерация, МПК G01S13/06. Способ определения координат наземного объекта [Текст] / Григорьев В.Г., Григорьев Д.В., Григорьев В.В., заявитель и патентообладатель Григорьев В.Г., Григорьев Д.В., Григорьев В.В.; заявл. 28.03.2000; опубл. 20.05.2002.

4 Шипко В.В., Ханов А.С., Шаронов И.Е. Способ пассивного определения дальности между летательным аппаратом и наземным объектом. //Сборник статей по материалам IV научно-практической конференции «Молодежные чтения, посвященные памяти Ю.А. Гагарина», 17 мая 2017.

Новый взгляд на систему автоматизированного проектирования ARES

Ачба М.Т.
МАИ, Москва
Dmorti@yandex.ru

Продавцы в области САПР пытаются найти лучший способ использовать преимущества облачных вычислений для проектирования. Onshape предлагает 100%-ный браузерный подход к моделированию трехмерных тел, который автоматизирует контроль версий; Autodesk предлагает гибридный «прикладной» подход к облачному доступу в своем программном обеспечении Fusion 3D; Solid Edge от Siemens PLM Software предлагает плавающую лицензию и настройки, которые следуют за вами с одного компьютера на другой. Несколько поставщиков экспериментируют с формой виртуализированных САПР, используя Frame, серверную утилиту, которая обслуживает настольное программное обеспечение от удаленного поставщика облачных услуг.

Graebert придерживался другого подхода. Он создал мобильные и браузерные версии своего настольного программного обеспечения на основе.dwg, поэтому все три платформы работают с единым пользовательским интерфейсом, с дополнительным доступом и лицензионными правами. Называя свой новый подход «Троицей», он появится в версии ARES Commander (настольные САПР для Win / Mac / Linux), ARES Touch (мобильные САПР для iOS и Android) и ARES Kudo (САПР на основе браузера). Покупка любого из них дает покупателю лицензию на использование всех трех. «Троица» также включает новый клиентский портал, позволяющий каждому пользователю управлять лицензиями и правами на всех компьютерах и устройствах.

ARES Touch предлагает полную функциональность по сравнению с версиями для настольных компьютеров и браузеров, но точный пользовательский интерфейс является вопросом выбора. Существует полный режим для проектирования, простой режим для просмотра и добавления аннотаций и режим просмотра, который предлагает полноэкранный вид чертежа, но очень мало операций. ARES Touch также выйдет с открытым API для сторонней разработки, что делает ARES Touch единственной САПР для мобильных устройств, предлагающей стороннюю расширяемость.

Переход на мобильные и облачные технологии в индустрии САПР займет годы. В то же время мы увидим сосуществование десктопов, мобильных устройств и облачных сервисов.

Исследование необходимости проведения внешнего аудита информационной безопасности

Базарова А.А., Цап Т.В.
Научный руководитель — Алейникова О.В.
РГГМУ, Санкт-Петербург
a_bazarova@outlook.com

Информационные технологии используются повсеместно и являются основой деятельности современных компаний. Поскольку продолжает расти количество уникальных киберинцидентов и число атак, направленных на кражу конфиденциальной информации, необходимо постоянное совершенствование системы обеспечения информационной безопасности (ИБ).

Рассмотрены понятия ИБ и аудита ИБ, определены основные виды, цели, этапы и задачи аудита ИБ [1][2].

Рассмотрены исследования компаний специализирующихся на обеспечении ИБ и проведении внешнего аудита ИБ, в исследованиях использовались статистические данные, полученные в результате анализа защищенности информационных систем компаний [3].

Чтобы оценить уровень защищенности информационной системы, выявить недостатки системы защиты информации (СЗИ) и определить потенциальные векторы атак на информационные ресурсы, необходимо регулярно проводить внешний аудит ИБ.

Внешний аудит ИБ позволяет повысить вероятность обнаружения критических уязвимостей и получить рекомендации по модернизации СЗИ, поскольку проводится экспертами в данной области, а также позволяет повысить уровень контроля над собственной службой ИБ.

В ходе исследования получены следующие результаты:

Более чем в 90% компаний удалось преодолеть сетевой периметр в рамках внешнего тестирования на проникновение. При внутреннем тестировании на проникновение во всех исследуемых системах был получен полный контроль над внутренней инфраструктурой [3].

Более 92% компаний сталкивались с утечкой информации. В 55% случаев причиной утечки являлись целенаправленные действия сотрудников [4].

Обеспечение ИБ и защита критически важных ресурсов компании требуют постоянной модернизации СЗИ и системы управления информационной безопасностью. Важным элементом системы управления ИБ является аудит ИБ.

Список литературы

1. Аудит информационной безопасности. Википедия – свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аудит_информационной_ безопасности (дата обращения: 12.12.2018).

2. Васильев В. Роль внешнего аудита в обеспечении информбезопасности [Электронный ресурс] / В. Васильев // PC Week/RE.─ 2007.─N47 (605).─URL: https://www.itweek.ru/security/ article/detail.php?ID=105104 (дата обращения: 12.12.2018).

3. Уязвимости корпоративных информационных систем. Positive Technologies. [Электронный ресурс]. ─ URL: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/corporate-vulnerabilities-2019 (дата обращения: 09.02.2019)

4. Исследование: угрозы информационной безопасности. Часть 1: статистика. Стахановец ─ система контроля сотрудников. [Электронный ресурс]. ─ URL: https://stakhanovets.ru/blog/ issledovanie-ugrozy-informacionnoj-bezopasnosti-chast-1-statistika/ (дата обращения: 14.01.2019)

Исследование и разработка алгоритмов и мобильного приложения диагностики активности и состояния здоровья человека с использованием методов машинного обучения

Бокарев И.А.
Научный руководитель — к.т.н. Сизов П.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
bokarev33@gmail.com

Фитнес-браслеты давно перестали быть только спортивным атрибутом и имеют распространение среди абсолютно разных людей. На этом рынке представлено большое количество моделей и для каждой модели существуют свои программные приложения.

Основным недостатком имеющихся приложений является отсутствие какой-либо обратной связи для пользователя. Все приложения имеют возможность только отображать полученные данные, такие как количество шагов, пульс, пройденное расстояние, и не выполняют анализ и интеллектуальную обработку полученных данных с целью вывода подсказок по активности пользователя и слежения за его состоянием.

В настоящие время актуальной является разработка алгоритмов диагностики состояния здоровья по временным последовательностям, получаемым с различных датчиком носимых мобильных устройств. Современные технологии машинного обучения позволяют на основе полученных данных прогнозировать состояние здоровья человека и давать соответствующие рекомендации.

Внедрение обработки данных, основанной на технологии машинного обучения, позволит проводить исследования на базе собранных данных, контролировать физическую нагрузку на основании активности, выводить подсказки, вариабельность сердечного ритма, определять уровень стресса и качество сна. Разработка такого программного продукта является актуальной, так как для несложных ситуаций он может заменить услуги личного тренера.

В рамках данного проекта ведётся исследование по развитию алгоритмов и программных систем диагностики физической активности пользователя в следующих направлениях:

• Подключение и получение данных с дополнительных устройств и датчиков, помимо фитнес-браслетов, например, smart-весов;

• Объединение всех полученных данных для более точного анализа активности и состояния пользователя;

• Применение технологий машинного обучения для глубокого анализа закономерностей поведения пользователя и вывода более эффективных рекомендаций.

Экспериментальный прототип приложения реализован для ОС Android с использованием стандартных библиотек связи с устройствами – источниками данных.

Список литературы

1. Как искусственный интеллект применяется в медицине [Электронный_ресурс]._URL: https://vc.ru/future/32237-budushchee-uzhe-nastupilo-kak-iskusstvennyy-intellekt-primenyaetsya-v-medicine

2. Изучаем данные, собранные Xiaomi Mi Band за год [Электронный_ресурс]._URL: https://habr.com/ru/sandbox/103526/

Методы оцифровки аналоговых магнитограмм

Болдов С.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воробьева Г.Р.
УГАТУ, Уфа
boldov_sergej@mail.ru

В исследовании рассматривается проблема перевода изображений старых магнитограмм в оцифрованный вид с использованием новейших компьютерных технологий. В международных лабораториях накоплено большое количество архивных материалов, имеющих ценность в качестве исторических данных для изучения магнитного поля Земли, однако они практически недоступны для мирового научного сообщества, поскольку неудобны для цифровой обработки и могут быть утеряны из-за наличия только в единственном экземпляре, поэтому остаётся актуальной проблема перевода большого количества старых магнитограмм в оцифрованный вид.

Целью нашего исследования является применение новейших информационных технологий в процессе оцифровки аналоговых магнитограмм. В нашу задачу входит разработка оптимального программного обеспечения для обработки аналоговых магнитограмм, включающего широко распространённые программные средства, например, R2W32.

Существующие информационные технологии имеют свои достоинства и недостатки, учитывая которые мы отобрали метод оцифровки аналоговых магнитограмм с помощью R2W32, так как этот программный продукт может эффективно работать с растровыми изображениями. Каких-либо существенных недостатков при работе с данным программным продуктом при оцифровке аналоговых магнитограмм нами не было выявлено.

Общие принципы аналого-цифрового преобразования основаны на том, что берется мгновенное значение аналогового сигнала в определённые моменты времени и затем к нему прикладывается какая-либо мера, линейка, которая проградуирована в двоичном масштабе.

Двоичная линейка в отличие от обычной содержит не крупные единицы измерения, где, например, метр – это километр, поделённый на десять, дециметр – это метр, поделенный на десять, сантиметр – это дециметр, поделённый на десять и так далее. Двоичная линейка, в отличие от обычной содержит единицы измерения, поделенные пополам, затем еще раз пополам и так далее: деление на столько, на сколько хватит разрешающей способности. Если, например, длина всей линейки равна 5,12 м, а самое мелкое деление – 1 см, то таких делений будет 512 и их можно будет представить двоичным числом размером 1 байт или 9 двоичных разрядов.

Также возможно измерять не только длину, но и магнитное поле Земли. В этом случае мы получаем последовательные отсчеты величины сигнала. Выбрав разрешающую способность и число разрядов, мы можем измерить величину не больше определенного значения, соответствующего максимальному числу. В противном случае надо будет увеличивать число разрядов, то есть удлинять линейку или же менять разрешающую способность в сторону ухудшения, то есть растягивать ее. Такова, в общем, суть аналого-цифрового преобразования.

Встроенный аналого-цифровой преобразователь входит в состав почти всех микроконтроллеров, помимо простейших моделей. Точность аналого-цифрового преобразования составляет плюс-минус 2 LSB, плюс еще 0,5 LSB за счет нелинейности по всей шкале. Аналого-цифровой преобразователь в микроконтроллере AVR может использовать три источника опорного напряжения на выбор: внешний, встроенный и напряжение питания аналоговой части.

Оцифровка документов, представляющая собой процесс перевода документов из традиционной (бумажной) формы в электронный (цифровой) вид с помощью специальных технических средств, том числе программ оцифровки графиков на основе R2W32 позволяет осуществлять преобразование аналоговых магнитограмм. Нами ведётся работа по созданию авторского программного продукта, который бы позволял фиксировать не только среднечасовые значения полного вектора магнитной индукции, но и учитывать значения старых магнитограмм, доступных через систему мировых центров данных.

Программа R2W32 дает возможность оцифровывать аналоговые магнитограммы путем преобразования изображений растровых форматов: TIFF, BMP, PNG. Записанные в соответствующие форматы и векторизованные данные далее могут использоваться в различных программах для решения конкретных задач. Например, данные оцифрованного графика могут быть открыты в программе Excel для дальнейших расчетов.

Оцифровка аналоговых магнитограмм проводится так же, как и других графиков. Отличие в том, что при нумерации линий невозможно задать ID нецелыми значениями. Поэтому значения линий

умножают, например, на 10 до получения целого числа, а потом после получения векторного файла значения ID делят на то же число.

Таким образом, в результате исследования целого ряда информационных технологий, позволяющих реализовать процесс векторизации растровых изображений нами был выявлен наиболее оптимальный программный продукт для оцифровки аналоговых магнитограмм – R2W32, на основе которого ведётся дальнейшая работа по созданию оптимального программного продукта, который бы позволял учитывать не только среднечасовые значения полного вектора магнитной индукции, доступные через систему Мировых центров данных, но и информацию о быстрых вариациях магнитной индукции, содержащуюся в магнитограммах, а также стандартные часовые данные.

Применение нейронных сетей для задачи улучшения качества изображений и видеоматериалов

Болотин Е.В.
Научный руководитель — к.т.н. Сизов П.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
abcxyz@airmail.cc

В настоящее время уже существуют классические алгоритмы (например, билинейная или бикубическая интерполяция) для увеличения изображений. Однако они не способны в полной мере восполнить ту информацию, которая была потеряна при сжатии или конвертировании изображения из одного формата в другой. Точно такая же ситуация сложилась и в отношении видеоматериалов. С целью экономии дискового пространства и времени передачи по сети видеоматериалы подвергаются сжатию с потерями и уменьшению разрешения. Это приводит к появлению и распространению низкокачественного видеоконтента.

Кроме того, существует и множество других вариантов улучшения изображений, например, шумоподавление или регулировка цвета и контраста. Для спутниковых снимков одним из показателей качества является Ground Sample Distance (GSD) – физическое измерение, представляемое одним пикселем на изображении. Для улучшения таких изображений применяют технологию, называемую «суперразрешением».

Технология «суперразрешения» (superresolution, SR) выполняет задачу увеличения разрешения изображений из более мелких изображений путём синтеза субпиксельной информации из небольших изображений для обработки основного изображения [1]. Технология SR имеет очень важное значение для применения в областях анализа спутниковых и медицинских изображений.

Синтез основан на следующих методах:

• Интерполяция соседних пикселей в изображении;

• Интерполяция близлежащих кадров в видео;

• Частотная фильтрация для уменьшения шума.

В рамках данной работы планируется расширить применяемые методы в направлении глубокого обучения.

Для выполнения поставленной цели планируется применить архитектуру искусственной нейронной сети SRCNN, работа которой состоит из следующих этапов [2]:

• Бикубическая интерполяция для увеличения изображения с низким разрешением до необходимого размера;

• Преобразование изображения посредством нелинейной карты через трехслойную свёрточную сеть;

• Восстановление изображения с высоким разрешением.

Улучшение качества видео подразумевает несколько дополнительных операций по разложению на кадры и обратную сборку видеодорожки. В таком случае количество данных для обработки будет существенно увеличено по сравнению с простой обработкой серии изображений. Это значит, что для обработки одного видеофайла в разумные сроки необходимо будет использовать графические процессоры для ускорения обработки [1].

Для обучения модели могут использоваться различные наборы изображений. Однако каждый цикл обучения может как улучшить, так и ухудшить выходное качество для данного алгоритма. Поэтому следует выбирать оптимальные наборы данных под каждую задачу.

Данная разработка должна позволить не только улучшать недостаточно детализированные объекты, но и может быть использована для удаления шума и водяных знаков на изображениях и видео.

Список литературы
1. Learning a Deep Convolutional Network for Image Super-Resolution [Электронный_ресурс]._URL: http://personal.ie.cuhk.edu.hk/~ccloy/files/eccv_2014_deepresolution.pdf
2. Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks [Электронный_ресурс]._URL: https://arxiv.org/pdf/1501.00092.pdf/

Разработка технологии управления информационной безопасностью на основе математической модели решения человека

Бровкин А.М.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Бурлов В.Г.
РГГМУ, Санкт-Петербург
bartemgg@gmail.com

Главные тенденции развития современного общества тесно связаны с ростом информационной составляющей (информационные технологии, информационные ресурсы и другое) и, как следствие, повышением важности задач по защите информации. Вопросы информационной безопасности (ИБ) на современном этапе рассматриваются как приоритетные в государственных структурах и научных учреждениях. Также наблюдается повышение интереса к ним и в коммерческих фирмах. Несмотря на это, нельзя не заметить, что процесс обеспечения ИБ, часто носит бессистемный характер. Такой подход, по сути, делает невозможным построение систем с требуемым уровнем защищенности, кроме того ресурсы и средства расходуются неэффективно или же просто впустую[1].

Управление ИБ требует формировать процессы с наперёд заданными свойствами. Однако для управления обычно используются модели, основанные на базе анализа. Это требует решения прямой задачи управления. А её решение не позволяет удовлетворять в полной мере сформулированным требованиям. В статье представлена концепция управления, основанная на синтезе, которая уже позволяет более полно удовлетворять этим требованиям. Новый подход основан на решении обратной задачи управления [2].

Показано, что при решении практических задач управления ИБ основным элементом является состояние, соответствующее достижению цели ИБ. Человек осуществляет свою деятельность на основе модели. Показано, что в основе управления ИБ лежит решение человека[3]. Выработаны и обоснованы условия гарантированного обеспечения ИБ. Выбрана и обоснована методология обеспечения ИБ, базирующаяся на законе сохранения целостности объекта, разрабатываемым научно-педагогической школой «Системная интеграция процессов государственного управления»[4]. Разработана динамическая математическая модель управления процессами обеспечения ИБ. Выявлены механизмы связи элементов модели с показателем уровня ИБ. Установлена причинно-следственная связь между базовыми процессами обеспечения ИБ, а именно, процессами распознавания (идентификации) угрозы, устранения (нейтрализации) угрозы[5]. В основу модели положена математическая модель решения человека. Разработана технология реализации условий существования гарантированного обеспечения ИБ на основе сетевых моделей. Представлены варианты сетевого моделирования, позволяющие увязывать временные интервалы и состояния базовых процессов управления ИБ с критическим временем и состоянием сетевых моделей [6]. Разработана методика реализации математической модели решения человека для управления процессами обеспечения ИБ.

Структурно-функциональный метод резервирования на основе интеллектуальной диагностической системы

Букирёв А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Савченко А.Ю.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
bukirev@inbox.ru

Развитие авиационных комплексов различного назначения всегда сопровождается жесткими требованиями по снижению массогабаритных характеристик бортового оборудования (БО) с одной стороны, и не менее жесткими требованиями к повышению его надежности – с другой. Одним из способов обеспечения требуемого уровня надежности технических систем является резервирование, что однозначно ухудшает их массогабаритные характеристики.

Предлагается решать задачу резервирования элементов комплекса бортового оборудования (КБО) на основе интеллектуальной диагностической системы (ИДС), имеющей возможность выполнять функции объекта контроля (ОК).

Работе ИДС в режиме ОК предшествует ее обучение с построением функциональных зависимостей выходных сигналов ОК от входных и определением границ допусков данных зависимостей. Это позволяет преобразовывать входные сигналы ОК по законам построенных функциональных зависимостей в выходные.

С точки зрения принадлежности данного метода резервирования к одному из существующих, применение ИДС в режиме ОК не является структурным резервированием, так как ИДС – это отдельная система, решающая задачи, отличные от задач ОК. При этом применение ИДС, работающей в режиме ОК, позволяет решать задачи резервируемого элемента в полном объеме, что не соответствует функциональному методу резервирования.

Временное резервирование применяется при наличии избытка времени на выполнение основных и вспомогательных операций объекта, без применения дополнительных элементов. Поэтому предлагаемый метод нельзя отнести к временному методу резервирования. Также он не является информационным, так как объем информации в ИДС является необходимым и достаточным для выполнения функций ОК.

ИДС позволяет исключить недостаток структурного метода резервирования – ухудшение массогабаритных характеристик, так как является самостоятельной системой, предназначенной для решения других задач. Также предлагаемый подход не имеет недостатка функционального метода, о чем говорится выше.

Проведя анализ основных существующих и предлагаемого методов резервирования объектов КБО, можно сделать вывод, что ИДС, работающая в режиме ОК не относится ни к одному из вышеуказанных методов. Но так как он обладает преимуществами структурного и функционального методов с исключением их недостатков, предлагается работу ИДС в режиме ОК ввести в классификацию методов резервирования и дать наименование «структурно-функциональный» метод.

Итак, предлагается использовать ИДС в режиме имитации работы ОК в случае его отказа, что позволит решать задачи отказавшего элемента (ОК) в полном объеме, являясь при этом отдельной системой, решающей самостоятельные задачи. Также предлагается ввести в классификацию методов резервирования новый метод – «структурно-функциональный» метод резервирования.

Список литературы

1. Чернодаров А.В.. Контроль, диагностика и идентификация авиационных приборов и измерительно-вычислительных комплексов. – М.: ООО «Научтехлитиздат», 2017. 300 с.

2. Надежность и техническая диагностика: Учебник для слушателей и курсантов вузов ВВС/ Л.П. Колодежный, А.В. Чернодаров. М.: Изд. ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, 2010. 452 с.

Нейронная сеть оценивания точек продаж

Булычев Д.М.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Ревизников Д.Л.
МАИ, Москва
dmatryus.sqrt49@yandex.ru

Современные технологии позволяют собирать, хранить и обрабатывать огромное количество данных. Компании, которые научатся работать с ними раньше других, получат конкурентное преимущество. Для анализа больших данных часто используются алгоритмы машинного обучения. В области геомаркетинга довольно распространены плоские алгоритмы машинного обучения для анализа данных. Тем не менее на основе данных этих анализов можно делать обобщающие выводы при помощи алгоритмов глубокого обучения.

Данная работа посвящена нейронной сети, которая позволяет оценивать точки продаж на основе большого количества разнородных данных. Подобная нейронная сеть может стать мощным инструментом для маркетологов, подбирающих точки продаж. Для эффективного подбора точек продаж необходимо учитывать множество факторов, которые бывает сложно сопоставить и оценить относительную важность этих параметров, кроме того, это требует большой компетенции и опыта. Использование нейронной сети избавляет от необходимости выставлять приоритеты и структурировать данные, так как это делается автоматически, что позволяет сократить расходы на команду маркетологов и в то же время улучшить результат их работы.

Нейросеть не исключает геомаркетинговых исследований и сервисов, но дополняет их, позволяя комбинировать традиционный подход и методы глубокого обучения. Более того, входными

параметрами нейросети могут быть данные высококачественных исследований, которые проводят геомаркетинговые и консалтинговые компании.

На вход нейросети могут подаваться различные параметры в зависимости от предметной области. Целевая функция тоже может отличаться в зависимости от параметра, который хочет оптимизировать пользователь.

Нейросеть была реализована на языке Python средствами фреймворка Tensorflow и библиотеки Keras. Для увеличения скорости вычислений расчёты ведутся на GPU. Нейросеть построена по архитектуре многослойного перцептрона Румельхарта с использованием алгоритма оптимизации ADAM. Для исследовательской работы была выбрана предметная область сети универсамов, целевым параметром являются отзывы покупателей, а входными параметрами – данные о конкуренции, демографии и инфраструктуре.

Особенности реализации обмена данными и управляющими командами ПК и микроконтроллера

Васильев М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Насыров Р.В.
УГАТУ, Уфа
mgxfrost@gmail.com

В настоящее время в связи с развитием электроники и её компонентной базы появилась возможность построения измерительных устройств для проведения экспериментов на новой технологической базе. Отличительная особенность современного уровня технологий заключается в широком использовании микроконтроллеров с разнообразной архитектурой. Устройства такого типа позволяют объединить в одном устройстве различные функции, то есть реализовать на единой платформе: функцию управления, функцию формирования тестовых воздействий, функцию получения дискретных и аналоговых сигналов и функцию долговременного хранения данных для последующего использования. Однако достаточно часто ограниченность ресурсов микроконтроллеров не позволяет использовать сложные алгоритмы и методы обработки, то есть получить полностью автономное устройство. В таких случаях подразумевается использование микроконтроллера вместе с персональным компьютером, из чего вытекают проблемы разделения функций и организации обмена данными между ними.

В рамках решения первой проблемы предполагали, что третья функция будет реализована на микроконтроллере, а первая, вторая и четвертая функции – на персональном компьютере. Для решения второй проблемы следовало рассмотреть следующие задачи: выбрать способ передачи данных, формат пакета, разработать общую схему взаимодействия.

Принципиально возможны два способа передачи данных – асинхронный и синхронный [1].

Достоинством асинхронного метода является высокая скорость передачи данных, так как информация передается с минимальным количеством служебных битов. Получать информацию от микроконтроллера можно непрерывным потоком. Недостатком же является то, что при отправке команды на микроконтроллер, ответа о получении от него не поступает, вследствие чего мы не можем быть уверены в корректности выполнения команды, а также в некоторых случаях не сможем обнаружить разрыв соединения, если таковой произойдет [1].

Синхронный метод передачи является более надежным, так как лишен недостатков асинхронного. На каждую команду от компьютера микроконтроллер в обязательном порядке отправляет ответ. Отсутствие ответа говорит о программном сбое или разрыве соединения. Передача информации происходит по принципу запрос–ответ, поэтому передача данных непрерывным потоком здесь невозможна. Из этого следует более низкая скорость передачи данных по сравнению с асинхронным методом, так как чтобы постоянно получать данные, нужно постоянно отправлять запросы [1].

Так как синхронный метод более надежен и скорость передачи данных удовлетворяет требованиям для стабильной работы, то он был выбран для реализации взаимодействия.

Далее следовало выбрать формат и структуру пакета обмена данными и управления. Так как следовало учитывать возможность расширения функционала устройства, размер полей пакета был выбран с избытком. Ниже приведен состав полей пакета:

версия протокола – 1 байт;
длина заголовка – 1 байт;
заголовок – 0–255 байт;
длина тела – 4 байта;
тело – 0–232 байт.

Из всех вышеперечисленных функций существенно важной для реализации являлась организация взаимодействия между микроконтроллером и ПК.

Внешний сигнал в форме электрических колебаний преобразуются АЦП микроконтроллера в цифровые данные, которые затем записываются во временный буфер из половины которого формируется пакет, который передается через USB на ПК. Полученный пакет разбирается на части в соответствии с полученным алгоритмом и впоследствии анализируется.

Предложенный подход был реализован на базе МК STM32F407 – микроконтроллера семейства 32-разрядных микроконтроллеров STM32, выполненный на базе ядра ARM Cortex-M4, что позволило получить универсальную платформу для проведения экспериментов.

Статья поддержана грантом №17-48-020074.

Список литературы

1. Шувалов В. П., Захарченко Н. В., Шварцман В. О. Передача дискретных сообщений: Учебник для вузов; Под ред. В. П. Шувалова. – М.: Радио и связь, – 1990.

2. Муллаянов Р.Р., Васильев М.А., Кружков А.С. Особенности реализации модуля сбора и передачи биомеханических данных на основе микроконтроллера STM32 // XXXI Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов «Биомедсистемы – 2018», 4-6 декабря 2018 г. С. 329-332.

Разработка алгоритма обновления встраиваемого программного обеспечения микроконтроллеров по шине CAN

Васильев Ю.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Осипов В.В.
МАИ, Москва
UUVasiliev@yandex.ru

Электронные устройства, использующие микроконтроллеры, применяются в различных сферах человеческой деятельности.

Функционал устройств задается алгоритмами, реализованными во встраиваемом программном обеспечении микроконтроллеров. Расширение, изменение функционала требует производить обновление ПО.

На текущий момент обновление программного обеспечения устройств в большинстве случаев производится путем их разборки и записи программ микроконтроллеров специальными программаторами, использующими свои интерфейсы подключения (JTAG, SWD, SPI, UART).

Недостатки данного способа:

• Потери времени на разборку устройства;

• Отсутствие защиты от записи вредоносного программного обеспечения.

Разработанный алгоритм предлагает использовать CAN-шину для обновления программного обеспечения устройств.

Для реализации данного алгоритма требуется наличие программы-загрузчика, записанной в постоянное запоминающее устройство микроконтроллера. Загрузчик отвечает за прием и запись основной программы по специальному протоколу, обеспечивающему контроль целостности передаваемых данных.

Протокол обмена подразумевает, что в сети CAN есть два участника обмена: адресант (Мастер) и адресат (Модуль). Мастером может выступать любое устройство, подключенное к линии CAN и реализующее алгоритм обновления.

Обновление программного обеспечения модуля возможно только во время работы загрузочной программы (Данный способ не потребует внесение изменений в код основной программы). Загрузочная программа запускается при включении питания устройства. В случае отсутствия управляющих команд от мастера в течение заданного интервала времени, запускается основное программное обеспечение.

Описанный алгоритм может применяться для различных устройств или многопроцессорных систем, использующих микроконтроллеры 1986ВЕ92У, AT91SAM7A3, ATSAM3A4C, AT90CAN и имеющих подключение к CAN-шине.

Информационное сопровождение на постпроизводственных этапах жизненного цикла изделия «Система TGBuilder»

Виноградова А.А.
Научный руководитель — доцент, Цырков Г.А.
МАИ, Москва
ali.vinogradova@bk.ru

Современные информационные CALS-технологии обеспечивают постоянную информационную поддержку поставок и жизненного цикла изделия. Одной из систем, позволяющих усовершенствовать систему хранения информации на постпроизводственных этапах жизненного цикла (ЖЦ) изделия, является система TGBuilder. В системе TGBuilder реализованы основы и технологии разработки электронной эксплуатационной документации (ЭЭД), изложенные в стандарте AECMA1000D, разработанном Европейской ассоциацией изготовителей аэрокосмической продукции. При проработке электронной технологической документации в системе TGBuilder инженер воссоздает документацию по шаблону, который является стандартной формой для разработки электронной эксплуатационной документации (ЭЭД). Для создания идеального шаблона конструкторской документации важно провести анализ действующей нормативной базы конкретного продукта, технических условий заказчика. В системе TGBuilder учтен механизм разработки списка текстовых элементов многоразового применения. Данные списки формируются в виде словарей или справочников, содержащих разные понятия, сокращения и применяемые стандарты. Формирование данной базы ликвидирует разночтения при создании документации, так как на каждый документ, сформированный по такому шаблону, в котором установлены ссылки на подобную документацию, применяется один и тот же источник. Создание такой документации в системе TGBuilder может осуществляться как в однопользовательском, так и в многопользовательском режиме. После формирования плана-проспекта ответственный за техническое задание имеет возможность распределить задачи на подготовку частей электронной эксплуатационной документации (ЭЭД) группе участников. В TGBuilder имеются механизмы постановки, контролирования и управления подобных условий. Для удобного просмотра положения задач допускается пользоваться встроенным редактором диаграмм Ганта. Для любого модуля данных инженер формирует главную версию (редакцию). После формирования главной версии модуля данных (МД) в его статусной части разработчик приступает заполнять атрибуты, важные для управления версиями модулей данных (МД), построения отчетов и создание публикаций: дата и время выпуска модулей данных (МД); язык; применяемость и нормативная документация. Так же в процессе создании шаблона для любого типа модулей данных (МД) указывается тип данных, который он будет включать. В TGBuilder определено два таких типа: графическая и текстовая информация; электронные сборники. Первому типу присваивают все материалы, которые содержат графику, текст, фрагменты мультимедиа. Второй тип более схож на электронные таблицы. Электронные сборники нужны для хранения перечней многоразового применения тех или иных объектов, например для хранения каталога деталей и сборочных единиц, ведомостей запасных деталей, инструментов и принадлежностей (ЗИП) и т.п. Модули данных (МД) этих типов создаются средствами редакторов, интегрированных в систему. В данный момент существует перечень операций и технологических маршрутов, которые можно усовершенствовать путем включения их в список электронной документации. Данная программа поможет оптимизировать процесс подготовки комплекта технологической документации для отладки введения в производство определенных изделий. Именно поэтому создание общей базы операций направлено на то, чтобы упростить процесс подготовки производства. На постпроизводственных этапах жизненного цикла изделия собранная информация может помочь в дальнейшем упростить подготовку нового продукта. Эта проблема актуальна тем, что в наше время много производственных площадок, на которых уже идет производство либо оно только подготавливается. Чтобы TGbBuilder мог более полно функционировать, необходимо постоянно пополнять базу электронной документации и регулярно её актуализировать. Я считаю, что данная система помогает CALS-технологиям полностью проникнуть в сферу производства и наладить выпуск качественной продукции, которая будет соответствовать требованиям ЕСКД.

Автоматизированная система электронного обучения выпускающей ИТ-кафедры в аэрокосмическом вузе

Владыченская Ю.В.
Научный руководитель — Власов И.В.
МАИ, Химки
jula136@mail.ru

В учебном процессе современного вуза невозможно обойтись без самообразования, которое является одной из наиболее эффективных форм развития аналитических способностей студентов. В настоящее время на рынке имеется множество различных Систем дистанционного обучения (СДО) и Автоматизированных обучающих систем (АОС, или LMS). АОС – это программно-аппаратный комплекс, в который, кроме собственно СДО, добавлены подсистемы с дополнительной функциональностью для организации и контроля учебного процесса – подсистемы контроля успеваемости, посещаемости, анализа знаний учащихся, телеконференций, вебинаров, чатов, различных тестирований и пр.

Пожалуй, самой распространенной в мире АОС является LMS Moodle, которая представляет собой образовательный портал, распространяемый бесплатно. Эта АОС используется в нескольких десятках тысяч вузов по всему миру, включая Россию, и доказала свою эффективность при решении задач электронного образования в самых разных сферах подготовки специалистов.

Однако сфера подготовки ИТ-специалистов все-таки достаточно специфична, поскольку в этом случае большое внимание уделяется самостоятельной разработке студентами компьютерных программ, которые из-за творческого характера этой работы, очень трудно, как правило невозможно, оценивать с применением автоматизированных методов. Если выпускающая ИТ-кафедра готовит ИТ-специалистов в аэрокосмической отрасли, следовательно, выпускники должны будут работать в наукоемких предприятиях с «тяжелыми» системами класса ERP, САПР, CADS/CAM/CAT и т.п., что предъявляет дополнительные требования к АОС. Поэтому оценка пригодности АОС к использованию в учебном процессе выпускающей ИТ-кафедры является сложной аналитической задачей, которой и посвящена настоящая статья.

Объектом исследования являлась LMS Moodle 3.5 — это программный комплекс, в рабочем состоянии представляющий собой интерактивный сайт, который функционирует на сервере или компьютере под управлением ОС семейств Windows или Linux. Доступ к сайту осуществляется либо через Интернет, либо по локальной сети. В каждом поколении LMS Moodle улучшаются внутренние возможности коммуникации студента и преподавателя, путем увеличения количества видов тестирования и проведения телекоммуникаций и вебинаров.

Очевидно, что в учебном процессе любой кафедры лекционную форму обучения достаточно легко перевести в АОС (СДО) путем создания электронных курсов. Эти возможности реализованы в LMS Moodle 3.5 в полном объеме, что позволяет создавать любые электронные учебники и тесты – неинтерактивные, интерактивные, с управляемой логикой, с автоматической проверкой результатов тестирования посредством применения практически неограниченного числа настраиваемых отчетов.

Кроме того, в базовом дистрибутиве LMS Moodle 3.5 реализовано автоматизированное управление следующими видами учебного процесса:

- Практические занятия.
- Курсовое проектирование.
- Домашние задания.
- Творческие задания, в том числе в виде эссе (внутренняя система проверки письменных работ).

Следовательно, можно констатировать, что функциональные возможности LMS Moodle 3.5 охватывают все виды учебных занятий, предусмотренные в типовом учебном плане выпускающей ИТ-кафедры.

Также немаловажным фактором является то, что интерфейс Moodle 3.5 является хорошо структурированным, настраиваемым, обладает мультиязычными возможностями и интуитивностью.

Поскольку АОС Moodle является бесплатной, то есть ее использование не требует дополнительных затрат при установке и эксплуатации, выбор именно LMS Moodle для реализации поставленной задачи создания автоматизированной обучающей системы становится очевидным.

Можно констатировать, что выполнение задачи создания АОС на базе LMS Moodle для выпускающей ИТ-кафедры аэрокосмического вуза решит сразу несколько проблем:

1. Воспитание самодисциплины у студентов путем предоставления им возможности самостоятельно обучаться;
2. Обучение восприятию научных текстов;

3. Помощь в структурировании процесса обучения;
4. Создание статистических отчетов об успеваемости и понимании студентами конкретных лекций и курсов в целом;
5. Улучшение коммуникации «Преподаватель–студент», путем введения возможности общения, выполненных заданий и исправлений в самой системе.
6. Введение элемента творчества в создание и выполнение учебного плана.
7. Предоставление возможности проведения интерактивных занятий со студентами, не имеющими возможность посещать занятия.
8. Увеличивает количество усвояемого материала в контексте одного курса.

Дополнительный плюс LMS Moodle 3.5 — это низкие требования к ресурсам сервера или хостинга. Исходя из проанализированной информации можно дать достаточно объективную оценку пригодности LMS Moodle 3.5 для использования в учебном процессе выпускающей ИТ-кафедры аэрокосмического вуза.

Распознавание световых сигналов транспортных средств

Волков А.К.
МАИ, Москва
wasd3680@yandex.ru

В последнее время становятся все более актуальны задачи автономного транспорта. Важным требованием к такому транспорту является требование безопасности, для выполнения которого необходимо точно воспринимать и интерпретировать окружающую среду. В частности, необходимо уметь распознавать торможение и намерение изменить траекторию других транспортных средств. Световые сигналы автомобиля позволяют другим участникам дорожного движения заранее скорректировать свою траекторию, что повышает безопасность на дорогах.

Для решения подобных задач используются технологии компьтерного зрения. Эти технологии позволяют обрабатывать изображения, выделяя необходимые признаки из матрицы чисел, представляющей собой “сырое” изображение. Такие признаки могут использоваться для выделения новых признаков, которые в конечном счете подаются в классификатор (функцию или алгоритм), который способен отличать изображения по некоторому критерию.

Классические методы обработки изображений хорошо справляются с выделением заранее известных и определенных признаков, однако не всегда можно задать набор признаков, достаточный для решения поставленной задачи. Например, непосильной задачей является ручная генерация признаков, которые могли бы устойчиво различать породы кошек.

Поэтому в последние годы широкое распростанение нашли искусственные нейронные сети – алгоритмы машинного обучения, способные самостоятельно выделять признаки при обучении на примерах.

В данной работе было предложено использовать сочетание нескольких искусственных нейронных сетей. В первую очередь необходимо детектировать автомобили. Для этого используются детектирующие архитектуры, такие как Mask-RCNN или YOLO. Затем для обнаружения сигналов торможения или поворотников можно использовать различные сверточные сети, хорошо зарекомендовавшие себя в задачах классификации. Для более уверенной оценки необходимо анализировать последовательность кадров, и для сопоставления автомобилей между кадрами используются алгоритмы слежения. На данный момент наилучшие результаты показывает Deep-SORT.

Таким образом, использование передовых решений в области компьютерного зрения, в частности искуственных нейронных сетей, позволяет приблизиться к возможностям человека по восприятию дорожной обстановки.

Исследование модели группового поведения беспилотных летательных аппаратов при выполнении различных задач

Воронина А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов Н.А.
МАИ, Москва
lika_voronina_2015@mail.ru

Групповое применение различных видов беспилотных летательных аппаратов (БЛА) является перспективным направлением в использовании беспилотной авиационной техники при решении

большого спектра военных и гражданских задач.Данный интерес обусловлен различными преимуществами БЛА перед пилотируемыми воздушными судами. Однако несмотря на то,что БЛА и получили широкое распространение, остается еще множество нерешенных проблем. Одна из них – прокладка оптимального маршрута для группы беспилотных устройств.

Цель данной работы состоит в разработке способа решения задачи оптимального планирования облёта множества целей группой БЛА. Актуальность данной задачи обусловлена тем, что её решение позволяет:

• Снизить умственное напряжение персонала наземного сегмента;

• Планировать распределение ресурсов во времени и пространстве;

• Осуществлять оперативное перепланирование и повторное построение траекторий при неожиданном изменении условий.

При разработке процедуры автоматизированной прокладки маршрута требуется выбрать методы, которые позволят построить универсальный алгоритм прокладки оптимального маршрута полета группы, а также перестраивать маршруты каждого БЛА при изменении численности группы.

Первым шагом происходит сортировка целей для каждого БЛА по разработанному алгоритму: цели для каждого БЛА сортируются по углу наклона линий, проходящих через центр беспилотника и цель. Однако,если для беспилотника задано значение радиовидимости,то цели так же сортируются по этому признаку. В зависимости от того, в какой радиус цели входят (т.е. если расстояние от центра БЛА до целей меньше самого минимального значения радиовидимости, то эта цель распределяется в первую группу, если находится между наименьшим и последующим за ним, то распределяется во вторую группу и т.д.) формируются группы целей для каждого БЛА. В первую очередь производится рапределение целей беспилотнику с наименьшим значением радиовидимости, т.к. у этого объекта наибольшее количество ограничений. Если в радиусе беспилотника с наименьшей радиовидимостью целей больше, чем он имеет возможность облететь, то оставшиеся цели отправляются дальше, беспилотникам с большей радиовидимостью.

Вторым шагом происходит проверка на зоны расположения ПВО. На заданной территории производится анализ рельефа: в случае, если при прокладке маршрута траектория пересекает препятствие (высота объекта больше, чем высота полета БЛА или маршрут пролегает через зону действия ПВО), то устанавливаются дополнительные узлы (точки), через которые следует прокладывать маршрут для того, чтобы избежать столкновения с препятствием или снижения рисков.)

Следующим шагом происходит расчет точек снижения. Исходя из параметров каждого БЛА (фокусного расстояния и высоты полета) выбираются точки, в которых необходимо снизить высоты для захвата цели. Задано фокусное расстояние для каждого БЛА(F). Если набранная аппаратом высота превышает F в радиусе видимости цели, то БЛА необходимо произвести снижение. Для этого вводятся дополнительные точки на более низкой высоте и строятся дополнительные функции для подлета, снятия цели и набора высота. Таким образом, расчет высоты ведётся по прямоугольному треугольнику. Высота точки над целью рассчитывается как сумма высоты цели и фокусного расстояния БЛА.

После всего производится построение простейших графов методом ветвей и границ для каждого БЛА.Строится полносвязный граф, в котором узлами являются цели, а ребрами — соединяющие их прямые линии (пути облета), для каждого БЛА. Длины ребер рассчитываются по географическим координатам целей и физическим расстоянием между ними. Критерием выбора пути является оптимизация общего времени облета через подсчет кратчайшего расстояния. Задача решается методом ветвей и границ каждым БЛА относительно отведенных ему целей.

Алгоритм решения:

• Построение матрицы с исходными данными (расстояния между каждыми двумя узлами графа);

• Нахождение минимума по строкам и редукция строк;

• Нахождение минимума по столбцам и редукция столбцов;

• Вычисление оценок нулевых клеток;

• Редукция матрицы;

• Повторение до нахождения полного пути.

В результате для каждого БЛА находится замкнутая траектория, включающая в себя все назначенные ему цели в оптимальном порядке.

После расчёта траекторий построенные маршруты можно сохранить в текстовом файле. Отчеты состоят из последовательной записи координат всех целей, препятствий и поворотных точек маршрута для каждого определенного БЛА.

Набор правил для определения типа гипертрофии левого желудочка

Газизова А.Т.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Насыров Р.В.
УГАТУ, Уфа
awesome.gazizowa@yandex.ru

Гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ) — это утолщение стенок левого желудочка в совокупности или без расширения полости левого желудочка. Такое состояние может возникать из-за артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца, порока сердца и т.д.

Более чувствительным и специфичным методом оценки поражения сердца является расчет индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) с помощью ЭхоКГ. Верхнее значение нормы для этого показателя составляет 124 г⁄м^2 для мужчин и 109 г⁄м^2 для женщин.

ИММЛЖ= 0.8 * (1.04 * (МЖП + КДР + ЗСЛЖ) * 3 – КДР * 3) + 0.6, где

МЖП – размер межжелудочковой перегородки, КДР – объем левого желудочка, ЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка.

Тип гипертрофии левого желудочка можно определить по соотношению толщины задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ), с учетом величины ИММЛЖ. При ТЗСЛЖ > 0,42 и увеличении ИММЛЖ имеет место концентрическая ГЛЖ; при ТЗСЛЖ < 0,42 и увеличении ИММЛЖ — эксцентрическая ГЛЖ; в случае же ТЗСЛЖ > 0,42 и нормальном ИММЛЖ —концентрическое ремоделирование левого желудочка. Прогностически наименее благоприятной является концентрическая ГЛЖ.

Для того, чтобы избежать ошибочной диагностики сердечно-сосудистого заболевания, целесообразно создать систему для определения типа гипертрофии левого желудочка.

Для реализации прототипа системы используется язык программирования Пролог как наиболее удобный для представления правил [1]. Средой разработки является SWI-Prolog. Хотя SWI-Prolog приобрел популярность в основном в сфере образования, его разработка в основном определяется потребностями разработки приложений [2]. Этому способствует богатый интерфейс с другими ИТ-компонентами благодаря поддержке многих типов документов, а также всеобъемлющий низкоуровневый интерфейс к C, который является основой для высокоуровневых интерфейсов, например C#, который будет использоваться как инструмент для создания интерфейса [3].

Для определения типа гипертрофии левого желудочка можно написать следующий набор правил:

```
rulesTitle(5, "Тип ремоделирования левого желудочка").
rulesLimit3(0, 125). % Порог ИММЛЖ для мужчин
rulesLimit3(1, 110). % Порог ИММЛЖ для женщин
rulesParam(5, "Размер межжелудочковой перегородки").
rulesParam(5, "Объем левого желудочка").
rulesParam(5, "Толщина задней стенки левого желудочка").
rulesParam(5, "Пол (0 – М, 1 – Ж)").
rulesResult(5, [МЖП, КДР, ЗСЛЖ, МЖ], Т) :-
rulesLimit3(МЖ, Limit),
ИММЛЖ = 0.8 * (1.04 * (МЖП + КДР + ЗСЛЖ) * 3 – КДР * 3) + 0.6,
rulesHelper5(ЗСЛЖ, ИММЛЖ, Limit, Т).
rulesHelper5(ЗСЛЖ, ИММЛЖ, Limit, "Концентрическая гипертрофия левого желудочка") :- ЗСЛЖ > 0.42, ИММЛЖ >= Limit, !.
rulesHelper5(ЗСЛЖ, ИММЛЖ, Limit, "Эксцентрическая гипертрофия левого желудочка") :- ЗСЛЖ < 0.42, ИММЛЖ >= Limit, !.
rulesHelper5(ЗСЛЖ, ИММЛЖ, Limit, "Концентрическое ремоделирование") :- ЗСЛЖ > 0.42, ИММЛЖ < Limit, !.
rulesHelper5(_, _, _, "Состояние левого желудочка в норме").
```

Таким образом, разрабатываемая система позволит снизить количество случаев с ошибочной диагностикой сердечно-сосудистых заболеваний за счет наиболее точного расчета типа гипертрофии левого желудочка и будет способствовать повышению качества жизни и снижению смертности.

Список литературы

1. Шрайнер П.А. Основы программирования на языке Пролог - Интернет-университет информационных технологий, Москва, 2005, – с.35.

2. Особенности SWI-Prolog. [Электронный ресурс] URL: http://www.swi-prolog.org/features.html (дата обращения 05.02.2019).

3. Интерфейс SWI-Prolog для C#. [Электронный ресурс] URL: http://www.swi-prolog.org/contrib/CSharp.txt (дата обращения 05.02.2019).

Методы и инструментальные средства отработки систем реального времени

Гореликов Л.Ф.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брехов О.М.
МАИ, Москва
lev-gorelikov@mail.ru

В настоящее время подавляющее число систем управления представляют собой встроенные вычислительные системы реального времени. Не является исключением и аэрокосмическая промышленность, в которой современные системы управления традиционно состоят из бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ) и исполнительных устройств. В [1] показано, что программное обеспечение (ПО) бортового комплекса управления (БКУ) космическим аппаратом (КА) является неотъемлемым компонентом БКУ, определяющим его надежность наряду с аппаратным обеспечением БЦВМ и других устройств, входящих в систему управления. Также, в вышеупомянутой работе показано, что качество ПО БКУ является одним из определяющих параметров влияющим на итоговые характеристики КА – точность ориентации, стабилизации и навигации КА, его энергоэффективность, способности самоконтроля и парирования отказов. В силу своей не материальной сущности, отработка ПО доверенных систем реального времени представляет собой крайне трудоёмкий и сложный процесс. В этой связи, задача повышения эффективности отработки ПО доверенных систем реального времени путём совершенствования методов и средств отработки данного класса ПО является актуальной.

Для решения вышеприведенной задачи в данной работе выполнено:

- Обобщенный анализ особенностей функционирования ПО доверенных систем реального времени;
- Анализ существующих средств отработки ПО доверенных систем реального времени;
- Обоснование необходимости проведения имитационного моделирования;
- Сформулирована концепция, позволяющая существенно повысить качество отработки ПО доверенных систем реального времени.

Литература

Микрин Е.А. Бортовые комплексы управления космическими аппаратами и проектирование их программного обеспечения. – М., 2003. 336 с.

Модель управления процессом обеспечения информационной безопасности в системах, содержащих устройства Интернета Вещей

Грозмани Е.С., Петров С.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бурлов В.Г.
СПбПУ, Санкт-Петербург
grozmani.el@yandex.ru

Управление процессом обеспечения информационной безопасности устройств Интернета Вещей требует формировать системы с наперёд заданными свойствами. На текущий момент для их построения и последующего управления используются модели, создаваемые с применением методов анализа. Это требует решения прямой задачи управления [1,2]. Однако в данном контексте такой подход не позволяет получить систему, удовлетворяющею сформулированным требованиям в полной мере. В работе представлена концепция построения модели принятия управленческих решений, основанная на применении методов синтеза, которая позволяет достичь требуемых уровней защищенности. Данный подход основан на решении обратной задачи управления [1,2].

Разработана модель системы обеспечения информационной безопасности устройств Интернета Вещей (и информационных систем, в которых они функционируют) на основе закона сохранения целостности объекта [1]. Выделены основные составляющие (процессы формирования, распознования, нейтрализации угрозы), определяющие информационно-управляющую систему обеспечения информационной безопасности, установлены причинно-следственные связи и зависимости между ними [3, 5]. Показано, что определяющей компонентой в информационно-аналитической работе является решение человека.

В основе процесса управления обеспечением информационной безопасности лежит информационно-управляющая система, модель которой должна строиться на основе методов синтеза. При этом в процессе реализации и функционирования данной системы происходит отклонение ее характеристик от заданных ранее. Для выполнения оценки уровня защищенности целевых информационных процессов, а также эффективности системы обеспечения информационной безопасности могут быть использованы методы оценки рисков [4].

Выполнен сравнительный анализ существующих методов оценки рисков с учетом их применимости для определения уровня защищенности информационных систем, содержащих устройства Интернета вещей. Сделан вывод о том, что необходимо использовать комбинированный подход, предполагающий применение нескольких методов оценки рисков для получения наиболее точных результатов.

Список литературы

1. Бурлов В.Г. О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99-111.

2. Бурлов В.Г. Концепция управления регионом на основе решения обратной задачи. // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016) Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 181–184.

3. Бурлов В.Г., Лепёшкин О.М. Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.

4.ГОСТ Р ИСО 31010 – 2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска». М.: Стандартинформ, 2012. 74 с.

5. Burlov V.G., Grobitski A.M. Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. №15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Rus-sia.2015, pp.25-36.

Адаптивная информационная система верификации структурных документов

Губин М.И.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Лукин В.Н.
МАИ, Москва
gubin33@mail.ru

Рассмотрим необходимость разработки информационной системы верификации документации на требования к оформлению и польза такой системы в повседневной жизни. Такая система существенно облегчит подготовку документации к сдаче как в институтах (различные отчётные документы, дипломы, диссертации), так и на предприятиях.

Задача такой системы – проверка соответствия текстов документации требованиям к оформлению, что является её отличительной чертой. Рассмотрим для примера оформление студентами различных отчётных документов в институтах. Каждый из них имеет, зачастую различные требования к оформлению. Это усложняет жизнь студентам, так как каждый раз, когда требования отличаются им необходимо не забывать менять стили оформления. То же самое относится к документации преподавательского состава (учебные программы). Используя такую систему, пользователь может посмотреть все требования или проверить свой отчётный документ на соответствие требованиям. Получить исправленный документ, если ошибки небольшие, либо список ошибок, если они очень грубые и их большое количество. Так как аналогичных систем на рынке в свободном доступе нет, то она (ИС) видится актуальной.

Рассмотрим подробно постановку задачи для разработки ИС и кратко необходимые для неё функции.

• Постановка задачи

Разработать адаптивную ИС верификации структурных документов. Структурные документы, имеющие чёткую, заданную изначально структуру: определённое количество разделов или подразделов; и заданные стили текста.

• Описание основных выполняемых с документами функций

Хранение требований

Хранение документов для проверки

Загрузка документов для проверки

Исправление системой допущенных пользователем ошибок

Получение результатов проверки

В данной работе рассмотрена актуальность и необходимость разработки адаптивной информационной системы верификации документации на основе собранной статистики отзывов пользователей о прототипе ИС и её разработке в целом. Рассмотрена её практическая значимость в современном мире.

Прогнозирование состояния информационно-коммуникационных систем на основе построения многомерных математико-статистических моделей

Давлиева А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гвоздев В.Е.
УГАТУ, Уфа
aliyasr21@gmail.com

В сфере информационных технологий всегда актуальным является вопрос безопасного функционирования информационно-коммуникационных систем. Безопасность функционирования таких систем зависит от их структуры, свойств, возможности самоорганизации. Возникновение непредвиденных дефектов, т.е. нештатной ситуации, для сложных систем должно с минимальными негативными последствиями отразиться на работе системы. Так, например, учет особенностей дефектов и их типов, а также возможных последствий их проявлений позволит обеспечить нормальное функционирование системы. Причем необходимо учитывать различные типы дефектов. Поскольку классификации дефектов как таковой нет, в работе предлагается использование таких классов, соответствующих этапам их жизненного цикла.

Как известно, существует прямая связь между количеством дефектов в компоненте системы и показателем его сложности. Зависимость количества различного рода дефектов от сложности информационно-коммуникационных систем в работе отражено в виде многомерных моделей, что позволит прогнозировать ресурсы на тестирование сложных систем.

Задачи исследования:

1) оценка математико-статистических характеристик прогнозирования состояния системы в случае нештатных ситуаций;

2) разработать подход к оцениванию возможных дефектов и последствий их проявлений в информационно-коммуникационных системах.

Разработка предлагаемого подхода позволит решать задачу прогнозирования состояния систем, для которых известен показатель сложности, что послужит основой для обоснованного выделения ресурсов на испытания компонентов системы.

Работа выполнена при поддержки гранта РФФИ № 19-08-00177 "Методологические, теоретические и модельные основы управления функциональной безопасностью аппаратно-программных комплексов в составе распределенных сложных технических систем".

Контроль поведения оператора по видеопотоку

Егорова А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов Н.А.
МАИ, Москва
Egorova.anna.nic@gmail.com

Автоматизированный контроль поведения оператора, сидящего на рабочем месте, актуален для многих профессий, где необходима постоянная фокусировка внимания, таких как водители и летчики [1]. С использованием видеопотока возможно определять положение рук оператора, направление взгляда, наличие посторонних предметов на рабочем месте и, в результате анализа, диагностировать и предупреждать опасные ситуации [2].

Программное обеспечение, реализующее анализ видео или видеопотоков с камер в реальном времени, должно быть устроено модульно, что позволит использовать специфический анализ для каждого конкретного случая. Анализ заключается в дифференциации положений рук и определении, на чем сфокусировано внимание оператора, но может включать в себя и другие аспекты.

Распознавание позы

Для распознавания позы человека на изображении применяются специфические нейронные сети, использующие различные скелетные модели. Одна из наиболее простых и часто применяемых моделей — COCO [3].

Таким образом, используются две нейронные сети: первая сеть на входе получает кадр, определяет на нем человека и на выходе возвращает область, в которой он находится. Вторая сеть на входе получает область, в которой расположен человек, и возвращает координаты ключевых точек используемой модели.

Определение важных положений

Контроль положения оператора подразумевает перечень допустимых положений и перечень недопустимых. Например, для водителя автомобиля это «Руки на руле», «Одна рука на руле» как допустимые положения и «Руки не на руле», «Разговор по телефону» – как недопустимые.

Для контроля положений необходимо определить признаки, по которым возможно классифицировать положение скелетной модели на кадре, при условии неизвестного заранее расположения камеры относительно оператора. При наличии оперируемого предмета (например, руль) возможно подключение дополнительной нейронной сети, обученной на определение этого предмета на кадре. В противном случае необходимо определить математические условия, определяющие положение точек скелетной модели друг относительно друга.

Определение направления взгляда

В данной задаче отсутствует необходимость контролировать движения глаз (для этого потребовалась бы дополнительная камера с высоким разрешением, направленная на лицо оператора), так как из-за физиологических особенностей человек поворачивает голову на предмет своего интереса, что позволяет контролировать общую направленность внимания по направлению поворота головы.

Для определения вектора взгляда необходимы две или более камеры, направленные на оператора под различными углами. Это необходимо для расчета трехмерной модели. Каждая камера определяется матрицами внутренних и внешних параметров, определяющих соответственно специфические параметры камеры и положение камеры в пространстве.

С помощью математических преобразований любую точку, координаты которой известны на кадрах с двух камер, можно восстановить в трехмерном пространстве при условии достаточно точных значений в матрицах камер.

Таким образом, все точки, видимые с двух камер, можно восстановить в трехмерных координатах. Проведя плоскость через точки глаз и шеи, и построив вектор нормали, определяется вектор поворота головы, что позволяет при предварительном установлении допустимой области определять, направлен ли взгляд, например, на лобовое стекло. Таким образом реализуется контроль предмета внимания оператора.

Написано программное обеспечение на C++, реализующее контроль положения водителя автомобиля: определение положений рук (находятся ли они на руле) и направления взгляда (смотрит ли водитель на дорогу).

В дальнейшем возможно определение наличия в кадре не только оперируемого предмета, но и предметов, являющихся потенциально опасными (как, например, мобильный телефон у водителя). Для этого необходимо обучение нейронной сети на поиск определенного перечня предметов.

Также, поскольку результат определения позы напрямую зависит от точности значений матриц камеры, существует необходимость совершенствования процесса калибровки, результаты которой на данный момент вносят помехи в работу программы.

Список литературы

1. В. М. Воронин. Эргономика больших систем.

2. Е. В. Шальнов. Исследование и разработка методов сопровождения людей и частей их тела в видеопоследовательности.

3. Subarna Tripathi, Maxwell D. Collins, Matthew Brown, Serge Belongie, «Pose2Instance: Harnessing Keypoints for Person Instance Segmentation»/

Обработка запросов от электронных средств в режиме реального времени

Зайцев В.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гизатуллин З.М.

КНИТУ-КАИ, Казань

vitalii420127@ya.ru

Задача оптимизации очереди выполнения процессов на предприятиях очень важна.

В настоящее время существует система, которая анализирует список поступивших запросов и затем распределяет их между всеми доступными исполнителями.

Цель – улучшить существующую систему для уменьшения затрачиваемого времени.

Работа системы построена на генетическом алгоритме (ГА). ГА – это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе [1].

В качестве генетических операторов были выбраны одноточечный оператор скрещивания, двухточечная обменная мутация, элитная селекция, начальная популяция будет формироваться случайным образом, родительские пары формируются методом панмиксии.

Элитная селекция позволяет выбирать лучшие особи путем сравнения значений функции приспособленности. После этого они преобразуются различными операторами, а затем снова выбираются лучшие особи.

Панмиксия – свободное скрещивание разнополых особей с различными генотипами в популяции перекрёстноопылодотворящихся организмов [2].

Главное ограничение задачи заключается в том, что запросы должны быть распределены между исполнителями.

Планируется улучшить алгоритм системы до такой степени, чтобы система анализировала состояние каждого исполнителя (не произошел ли у него какой-либо сбой и готов ли он обрабатывать запросы), и на основании имеющихся сведений при необходимости перераспределяла бы необработанные или вновь появившиеся запросы между всеми доступными исполнителями.

В настоящее время в алгоритме обработки запросов используется один критерий – это суммарное время, необходимое для обработки всех запросов. Планируется добавить ещё один критерий – стоимость выполнения задачи, что позволило бы выполнить список необходимых задач в рамках заранее определённого бюджета.

Также одним из важных направлений применения генетического алгоритма является оптимизация и анализ электронных средств, с точки зрения электромагнитной совместимости [3-4].

Список литературы

1. Генетический алгоритм [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Генетический _алгоритм (дата обращения: 01.01.2019).

2. Панмиксия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Панмиксия (дата обращения: 03.01.2019).

3. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Шкиндеров М.С., Назметдинов Ф.Р. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств // Журнал радиоэлектроники. 2016. №9. С. 7.

4. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. 2010. №3. С. 22-29.

Использование нейронных сетей в автоматизированных системах проектирования

Зубарев А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Москва
gamesaccountalex@yandex.ru

Применение нейронных сетей получает все большее распространение в автоматизированных системах проектирования. Одним из их основных достоинств является возможность повышение эффективности анализа входных данных и на их основе обеспечение процесса обучения, позволяющего выполнять функции, близкие к функциям человека. Целью данной работы является определение основных составных частей и структуры входных данных для подобных систем.

Обучение системы проектирования, использующей нейронные сети, осуществляется с использованием модели эксперта. Модель эксперта строится с использованием знаний специалистов в своей предметной области. При правильно организованном процессе обучения подобная система оказывается способной решать целый ряд творческих задач, обычно доступных только человеку-проектировщику.

Для работы с производственной информацией об изделиях используют разработанные PDM-системы. Одной из важнейших функций является управление структурой проекта, управление процессами и потоками работ, а также управление хранением данных и документами.

Разрабатываемая в данной работе система взаимодействует с программным ядром системы PLM Siemens NX 10.0 с целью обработки файлов, описывающих сборки изделий без дополнительного запуска основного блока программы. На вход поступают все необходимые данные о структуре изделий и их свойствах. На основе поступающей информации, программа-анализатор проводит поиск и сопоставление с данными, находящимися в базе данных, при нахождении подобных вариантов информация обрабатывается и преобразуется в новый, соответствующий проектируемому изделию,

вид. При этом время создания нового проекта изготовления изделия резко сокращается, что обеспечивает снижение экономических затрат на проектирование и изготовление изделия.

Для эффективной работы используется обучение нейронной сети с участием модели эксперта. Результат работы программы – снижение трудоемкости, уменьшение количества ошибок и принятых неверных решений для повышение качества проектных работ при создании новых изделий. Проверку хода выполнения проектных работ удобно проводить на 3D-модели в отдельном окне.

В случае успешного обучения нейронной сети появляется возможность создания дополнительного функционала. Например, нейронная система сможет проводить анализ работоспособности изделия, определять новые варианты решений для повышения качества как новых, так и уже спроектированных изделий.

Вся работа программы реализована в собственном интерфейсе, ориентированном на ОС Windows ввиду распространенности данной системы.

Сравнительный анализ существующих методов реализации машинного зрения для мобильного роботизированного комплекса

Ивакин М.В., Никитенко И.А.
Научный руководитель — Хорев Т.С.
МАИ, Москва
maksim-ivakin2@mail.ru

В настоящее время область компьютерного зрения является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей науки и технологии. Методы компьютерного зрения применяются в различных системах, в числе которых системы машинного зрения. Целью технологий машинного зрения является автоматизация визуального обнаружения объектов (в частности, человека).

Сейчас научно-исследовательским отделом кафедры 305 МАИ разрабатывается мобильный роботизированный комплекс для выявления дефектов на поверхности пассажирского самолета при послеполетном осмотре. Данная работа проводилась для выбора метода, обеспечивающего максимально надежное и устойчивое обнаружение объектов, в частности, людей.

В работе были рассмотрены наиболее распространенные методы обнаружения людей на фото и видео, а именно:

• Метод обнаружения, основанный на использовании примитивов Хаара. В рамках этого метода на изображение накладываются различного вида маски с участками черного и белого цвета. На основе совпадения или несовпадения данных масок с изображением делается вывод о присутствии или отсутствии человека в кадре [1].

• Метод обнаружения, основанный на использовании гистограммы направленных градиентов. В рамках этого метода для каждого участка изображения строится градиент, показывающий направление наиболее быстрого роста/убывания функции цвета. По совокупности градиентов для целого изображения делается вывод о наличии/отсутствии человека в кадре [2].

• Методы, основанные на использовании нейронных сетей различного качества обучения [3].

Проведен анализ работоспособности методов при условии воздействия на них различного рода помех. На исходное изображение были искусственно наложены следующие помехи:

• Аддитивный гауссов шум.

• Затенение.

• Размытие.

Моделирование таких помех позволяет получить представление о работе детекторов в условиях реального применения камеры (загрязнение или несфокусированность объектива) и в условиях плохого освещения (вечером).

Помимо описанных помех, для исследования работы нейронных сетей был проведен эксперимент с использованием черно-белого изображения. Для методов, основанных на примитивах Хаара и гистограмме ориентированных градиентов, этот эксперимент не проводился, так как в их алгоритме предусмотрен перевод в черно-белый формат.

В результате работы было показано превосходство детекторов на основе нейронных сетей над детектором Хаара и детектором на основе гистограммы направленных градиентов. Для устойчивого обнаружения множества людей в уличных условиях следует отдавать предпочтение нейронным сетям. Тем не менее, такие детекторы требуют больших вычислительных мощностей и не обеспечивают высокой частоты кадров выходного изображения.

Механизм обработки прерываний в графических драйверах операционных систем

Иванов П.А.
Научный руководитель — к.т.н. Мамросенко К.А.
ФНЦ НИИСИ РАН, Москва
www.petrovich08@mail.ru

До настоящего времени задача реализации графической системы в операционных системах (далее ОС) остается трудоемкой и актуальной в области проектирования вычислительных систем. Реализация графической системы необходима для широкого круга приложений, обеспечивающих визуализацию данных, в том числе трехмерную визуализацию. Подобное программное обеспечение (далее ПО) используется, в частности в аэрокосмической отрасли: инженерные CAD-системы трехмерного проектирования, графическое ПО, предназначенное для работы на борту летательных аппаратов, системы пространственного позиционирования и т.д. Важным аспектом в реализации графической системы является механизм управления графическими устройствами в ОС.

В операционной системе Linux реализован механизм прерываний сигналов от аппаратного обеспечения, сообщающих процессору о наступлении какого-либо события, требующего немедленной обработки. Под обработкой процессора имеется в виду: приостановка выполнения им текущего кода, сохранение своего состояния на момент появления прерывания и вызов соответствующей конкретному прерыванию функции, называемой обработчиком прерываний. Задачей обработчика является обслуживание прерывания и возврат управления прерванному коду. Из сказанного следует, что корректная обработка прерываний является неотъемлемой частью стабильной работы ОС и взаимодействия ее с устройствами.

Не является исключением и взаимодействие ОС с графическими устройствами. Оно реализуется посредством драйвера: драйвер устройства предоставляет ядру ОС свой обработчик соответствующего прерывания и регистрирует в ядре ОС номер прерывания. Номер этого прерывания для конкретного аппаратного обеспечения должен быть указан в dtb-файле (для устройств на процессорных архитектурах, отличных от x86-64). Этот файл является бинарным представлением древовидной, написанной на C-подобном коде структуры, которая называется Device Tree Structure (dts формат). Каждое звено структуры представляет поддерживаемую аппаратуру, а внутри звеньев описаны параметры этой аппаратуры (в том числе номер прерывания для каждого устройства). При загрузке ядра ОС подгружается dtb-файл с описаниями поддерживаемых устройств, информация о которых в дальнейшем используются ядром и его модулями, в том числе и драйверами графических устройств. Отдельное внимание в случае графического аппаратного обеспечения может быть уделено поддержке 2D и 3D ядер: возможна реализация в dts-файле в виде раздельных 2D и 3D устройств или одного графического устройства с несколькими ядрами. От того, как именно будет представлено данное разделение в dts, будет зависеть архитектура соответствующего драйвера.

Номер прерывания конкретного графического аппаратного обеспечения может также быть представлен в коде его драйвера, однако данный подход может повлечь проблемы сопровождения данного устройства.

Следует отметить, что может возникнуть ситуация, при которой несколько устройств имеют один и тот же номер прерывания. Как правило, подобная ситуация может сложиться при наличии нескольких «родственных» в плане функционала устройств, однако причины могут быть совершенно разными. В этом случае необходимо четко детерминировать, кому адресуется прерывание и, как следствие, какой именно обработчик должен отработать, так как операционная система вызовет все зарегистрированные обработчики прерываний для определенного номера прерывания. Этого можно достичь путем проверки каждым из обработчиков драйверов регистров аппаратного обеспечения, за которые эти драйверы ответственны. Подобное поведение позволит выявить адресуемое устройство. Если обработчик прерывания обнаруживает в регистре факт наличия прерывания, он должен продолжить выполнение, в ином случае обработчик должен проигнорировать пришедшее прерывание.

Таким образом, реализация механизма обработки прерываний от графических устройств является важной задачей, выполнение которой необходимо для обеспечения корректного взаимодействия между графической аппаратурой и ОС. То, каким образом будет исполнен данный механизм, влияет на архитектуру графических драйверов и структуру dts-файла.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 17-07-00169 А.

Применение методов машинного обучения для диагностики заболеваний по кардиограмме

Капкаев Э.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Насыров Р.В.
УГАТУ, Уфа
enk125@mail.ru

Интеллектуальный анализ данных и методы машинного обучения всё чаще находят применение в медицине, в частности, в задачах диагностики заболеваний по биомедицинским сигналам и изображениям.

К числу важнейших задач медицины принадлежит диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы, поскольку значительная доля смертности людей в трудоспособном возрасте обусловлена именно заболеваниями сердца и сосудов.

При оценке состояния сердца и сердечно-сосудистой системы ключевую роль играет анализ электрокардиограммы (ЭКГ), представляющей собой запись наблюдаемых на поверхности тела проекций электрических процессов, происходящих в сердце. Анализ формы ЭКГ позволяет определить состояние сердечно-сосудистой системы и выявить наличие патологий.

Для реализации методов интеллектуального анализа данных и машинного обучения широко используется язык программирования Python, чему способствует относительная простота языка, низкий порог вхождения, а также большое разнообразие накопленных открытых библиотек.

В качестве примера инструментального средства в экосистеме Python, позволяющего проводить анализ и интерпретацию оцифрованных записей ЭКГ на основе методов машинного обучения, можно отметить фреймворк «CardIO».

«CardIO» позволяет использовать встроенные модели глубокого машинного обучения, а также создавать собственные для решения следующих задач:

• Идентификация структурных компонентов ЭКГ, таких как R-пики, P-волны, T-волны и др.

• Распознавание патологий сердца по ЭКГ

«CardIO» отличается высоким быстродействием и имеет подробную документацию, включающую в себя программный код и примеры использования, в частности, приводится пример распознавания мерцательной аритмии.

Отметим, что в настоящее время «CardIO» находится в стадии бета-тестирования, а это значит, что функционал фреймворка дорабатывается, устраняются обнаруженные ошибки, однако «CardIO» является перспективным инструментом исследования кардиограмм.

Список литературы

1. Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. / Пер. с англ. под ред. А. П. Немирко. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 440 с.

2. Дауни Аллен. Цифровая обработка сигналов на языке Python / Пер. с англ под ред А.Э. Бряндинского. – М.: ДМК-Пресс, 2017. – 162 с.

Перспективы совместного использования спутниковой информации и данных сети метеорологических наблюдений о вертикальном распределении параметров атмосферы для повышения эффективности метеорологического обеспечения полётов

Кирин Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Моисеева Н.О.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
kirin.nk@mail.ru

Метеорологическое обеспечение полетов воздушных судов является одним из ключевых видов обеспечения полетов 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.

Метеообеспечение в Российской Федерации на современном этапе его развития имеет некоторый спектр проблем. Наблюдается недостаток метеорологических наземных станций и станций аэрологического зондирования атмосферы. Помимо этого, существуют проблемы устаревших методик прогнозирования и нехватки современного метеооборудования.

Так как основным источником получения данных и информации о состоянии окружающей среды является государственная наблюдательная сеть, то её количественный и качественный состав очень важен для точного и оперативного анализа и прогнозирования состояния атмосферы.

По оценкам Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) в Российской Федерации должно быть не менее 6,5 тысяч пунктов гидрологических наблюдений. К 2030 году таких станций, оснащенных современным оборудованием, должно стать не менее 5,4 тысяч. Но на данный момент их количества недостаточно для качественного прогнозирования, отсюда — риск ошибок в прогнозировании погоды, наводнений и паводков.

Согласно данным Гидрометцентра, по состоянию на начало 2018 года в Российской Федерации имеется всего 114 баз радиозондирования атмосферы, работающих в 2-хразовом режиме работы, при определенном ВМО минимуме в 4 запуска в сутки.

Такое несоответствие нормам ВМО и ICAO приводит к трудностям метеообеспечения полетов воздушных судов на определенных территориях РФ и к общему прогнозированию метеообстановки, что несет за собой угрозу безопасности полетов воздушных судов, а также повседневной жизни людей.

Учитывая необходимость получения более детальной информации о вертикальном распределении основных параметров атмосферы, таких как температура, давление, влажность воздуха, скорость ветра и других элементов на территории РФ, а также на труднодоступных участках нашей страны (Северный морской путь, районы крайнего севера и др.), встает вопрос о простом, оперативном и максимально автоматизированном способе получения этих данных.

Таким способом может послужить дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) с помощью метеоспутников и с помощью регистрации сигналов спутников системы Глонасс/ GPS.

При наличии достаточного количества наземных станций, развитой сетки Доплеровских радиолокаторов или другого специального оборудования, имеет смысл комплексного использования средств ДЗЗ, группировки навигационных спутников Глонасс/GPS и наземных средств метеорологического наблюдения для получения максимально точной и оперативной информации о состоянии атмосферы.

Перспективным направлением исследований является оценка точностных характеристик всех доступных методов получения информации о вертикальном распределении параметров атмосферы для реализации комплексного подхода получения метеоинформации в интересах повышения точности метеорологического обеспечения полетов воздушных судов, общего метеорологического обеспечения и выполнения требований ВМО и ICAO к метеообеспечению полетов.

Научная работа направлена на оценку возможности создания и внедрения системы оперативного получения и обработки информации для нужд гражданской авиации, для успешного развития северных воздушных и морских трасс и для решения других стратегических задач Российской Федерации.

Система сбора и подготовки коллекции данных для анализа нежелательной почты

Классен Ю.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н.
МАИ, Москва
thefallen312@gmail.com

В современном мире электронная почта является основным способом коммуникации в рамках крупных предприятий. Однако большая часть мирового почтового трафика (85%) состоит из нежелательной почты. Подобные нежелательные письма могут наносить серьезный ущерб, если дойдут до ящика конечного получателя, создается угроза компрометации данных через фишинговые письма и компрометации сети, в которую попало подобное письмо через рассылаемое вредоносное ПО. Письма без вредоносного контента также наносят финансовый ущерб, так как часть рабочего времени сотрудников организации уходит на чтение и разбор почты, не связанной с их рабочими обязанностями, что понижает эффективность сотрудников.

Для борьбы с нежелательной почтой используются различные фильтры почтового траффика и в данный момент одним из наиболее популярных и эффективных подходов к организации подобных фильтров является применение алгоритмов машинного обучения. Данные алгоритмы обладают высокой эффективностью, но для достижения этой эффективности необходимы большие и качественные коллекции данных для их обучения, подготовка которых является сложной технической проблемой. Именно для решения этой проблемы создается предлагаемая система.

Предлагаемая система сбора и подготовки коллекции данных предполагает использование популярного, в сфере информационной безопасности, подхода honeynet, который подразумевает под собой использование нескольких систем-ловушек(honeypot'ов) объединенных в единую сеть, предназначенную для сбора данных, аналогичных тем, что могут быть получены на реальных системах. Системы-ловушки имитируют реальные элементы сетевой инфраструктуры предприятия.

В системе, разработанной в рамках данной работы, используются следующие виды honeypot'ов:

• Open relay SMTP honeypot – система, имитирующая открытый почтовый релей. Отправляет все полученные письма на дальнейший анализ. Кроме того, для получения более достоверных результатов, приближенных к реальной системе, она обладает возможностью пересылки "управляющих" сообщений, с помощью которых злоумышленники проверяют реальные почтовые сервера на работоспособность и возможность пересылки через них спама.

• Open proxy honeypot – система, имитирующая прокси-сервер без авторизации. Перенаправляет все попытки соединения через себя с любым почтовым сервером на open relay honeypot. Может использоваться отдельно от open relay honeypot'а со сниженной эффективностью, в таком случае отправляет все полученные данные на дальнейший анализ напрямую.

• SSH honeypot – система, имитирующая пустой сервер в интернете с открытым доступом по SSH. Перенаправляет все попытки соединения через себя с любым почтовым или прокси сервером на open relay и open proxy honeypot'ы соответственно. Может использоваться отдельно от open relay и open proxy honeypot'ов со сниженной эффективностью, в таком случае отправляет все полученные данные на дальнейший анализ напрямую.

Также система включает в себя модуль-хранилище, осуществляющий прием, первичный анализ и хранение полученных писем, данных SMTP-сессий и метаданных о собранной коллекции.

Разработанная система позволяет получать от двух до десяти миллионов писем в день с одной минимальной установки (3 машины-honeypot'а, один сервер для сбора и хранения данных). Система обладает горизонтальной масштабируемостью. Система реализована на языке программирования Python с использованием технологии контейнеризации Docker.

Выбор источника энтропии для программных генераторов двоичных псевдослучайных последовательностей в системах сбора и обработки информации

Ковригина К.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гусаров А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
ksu.ermolaeva15@mail.ru

Случайные двоичные последовательности длиной от 64 до 256 бит используются в качестве исходных данных для получения ключей и других случайных параметров в системах защиты информации [1, 2], системах связи и навигации, при тестировании интегральных микросхем высокой степени интеграции и других областях науки и техники.

Для генерации случайных двоичных последовательностей применяются аппаратные генераторы на основе датчиков случайных чисел. В качестве датчиков случайных чисел могут использоваться, например, полупроводниковые стабилитроны или специальные полупроводниковые генераторы шума. Однако не всегда есть возможность использовать такие датчики, так как они обычно интегрируются в специализированные печатные модули, устанавливаемые в слот материнской платы компьютера. В связи с этим возникает задача создания математической модели, позволяющей реализовать программный генератор двоичных последовательностей, близких к случайным. Двоичные последовательности, генерируемые таким способом, следует обязательно проверять на случайность при помощи известных критериев.

Для математической модели должна быть обеспечена энтропия как минимум одного из параметров, иначе теряется «случайность» результата. В ситуации, когда математическая модель реализуется на персональном компьютере, источником энтропии могут быть либо пользователь, либо генераторы внешних событий, подключаемые к сети или внешним устройствам ПК. Проанализируем эти источники энтропии.

Достоинствами пользователя (человека) как источника энтропии являются:

• Широкие возможности в выборе способов формирования энтропии;

• Огромный разброс параметров человеческого организма, увеличивающий энтропию;

• Нет необходимости в дополнительных устройствах, подключении к сети, зависимости от внешних событий. Человек использует стандартные устройства ввода информации (например, клавиатуру, мышь).

К недостаткам пользователя как источника энтропии можно отнести:

• Возможность влияния на энтропию путём сознательного или подсознательного упорядочивания своих действий, что может привести к снижению энтропии;

• Необходимость в сложных алгоритмах обработки входных данных, которые служат источником энтропии;

• Необходимость присутствия человека во время генерации двоичных последовательностей, что ограничивает гибкость процесса генерации, «привязывает» его к определенным периодам времени;

• Сравнительно низкую скорость генерации двоичных последовательностей вследствие ее связи со скоростью реакции человека на анализируемые события.

Достоинствами генераторов внешних событий как источника энтропии являются:

• Возможность автоматизации процесса генерации двоичных последовательностей;

• Высокая скорость генерации двоичных последовательностей.

К недостаткам генераторов внешних событий как источника энтропии можно отнести:

• Высокую стоимость реализации генераторов внешних событий;

• Генераторы внешних событий должны, наряду с основными функциями, обеспечивать энтропию, что снижает их производительность при выполнении основных функций;

• Для подключения генератора задействуется один из внешних разъемов компьютера либо канал коммутатора, что накладывает ограничения на номенклатуру периферийных и сетевых устройств.

Таким образом, в качестве источника энтропии целесообразно использовать человека, т. к. чаще всего высокая скорость генерации двоичных последовательностей не требуется, и последовательности генерируют заранее. В то же время необходимость задействовать дополнительные аппаратные средства и каналы передачи данных является существенным недостатком при использовании генераторов внешних событий.

Поэтому используем в качестве источника энтропии человека и попробуем получить случайное распределение некоторого исходного значения с целью дальнейшего получения из него случайной двоичной последовательности. Задачей исследования является получение математической модели, позволяющей получить максимальную энтропию при различной скорости реакции человека на предлагаемую ему последовательность событий.

Список литературы

1. Романец Ю. В., Тимофеев П. А., Шаньгин В. Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Под ред. В.Ф. Шаньгина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2001. 376 с.: ил.

2. ГОСТ 28147–89. Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования. Введ. 01.07.1990. Переиздание. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 26 с.

Исследование и разработка алгоритмов и программной системы сопровождения людей, больных сахарным диабетом

Козлов И.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сизов П.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
ilya.k2011@yandex.ru

На сегодняшний день люди, больные сахарным диабетом до сих пор испытывают трудности при ведении дневников самоконтроля и получении своевременной консультации у врачей. Дневник самоконтроля крайне важен для больного, так как корректировка лечения врачом производится на основе содержащихся в нём данных. Бумажный вариант дневника неудобен в использовании и ненадежен, а его потеря или порча может вызвать серьезные последствия. Получение консультации также вызывает определенные неудобства, так как в связи с постоянным увеличением числа больных увеличивается и длительность очереди на прием к врачу.

В настоящее время для улучшения ситуации на рынке представлены электронные версии дневников самоконтроля в виде мобильных приложений для смартфонов. Они могут частично или полностью заменить бумажные варианты дневников, но не способны анализировать собранные данные. Большинство подобных приложений платные, а бесплатные аналоги уступают им по функционалу. Самые передовые разработки зачастую не имеют русификации. Ситуацию осложняет и то, что большинство современных приложений довольно запутаны [1]. Кроме того, не все врачи обладают достаточным уровнем знаний для обработки электронных данных, получаемых с помощью приложений.

В данном проекте ведётся работа по созданию программной системы, способной проанализировать данные из дневника самоконтроля и дать наиболее надёжные рекомендации по коррекции лечения больного.

Для выполнения поставленной задачи ведётся разработка настольной версии дневника самоконтроля и модели, способной корректировать лечение больного. Для разработки модели будут применены методы машинного обучения. Модель будет определенное время обучаться на записях, вносимых пользователем в дневник, а также учитывать рекомендации врачей, полученные на консультациях. Получив достаточно данных, модель сможет самостоятельно рекомендовать пользователю возможную корректировку лечения. Однако не исключаются ошибки в исходных данных и возможное несовершенство модели, в связи с этим результаты работы модели на первых этапах необходимо тщательно проверять у специалистов.

Конечная разработка позволит улучшить качество жизни больных сахарным диабетом, она сэкономит достаточно большое количество времени на ведение дневника и даст возможность мгновенно получать актуальные рекомендации по корректировке лечения.

Литература

Смартфон для диабетиков: все под контролем [Электронный ресурс]. URL: https://medaboutme.ru/zdorove/publikacii/stati/sovety_vracha/smartfon_dlya_diabetikov_vse_pod_kontrolem/

Разработка информационной системы для суточного и часового мониторинга орбитальных группировок мировых глобальных спутниковых навигационных систем

Комиссаров А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чебатко М.И.
МАИ, Москва
commissarii@mail.ru

В современном мире стремительно развиваются технологии в сфере навигационного мониторинга. С каждым годом увеличивается количество спутников ГНСС на околоземной орбите. Повышение надежности и модернизация существующей мировой системы ГЛОНАСС являются первостепенными задачами нашей страны в космической гонке. Поэтому весьма актуальной является постановка вопроса о расширении мониторинга за счёт включения в единый комплекс обработки данных новых навигационных систем и данных с наземных станций разных стран, для которых также необходимо оценивать параметры навигационного поля, контролировать признаки пригодности космических аппаратов (КА), получать совместные координатные решения и другие параметры мониторинга. Результаты мониторинга должны быть доступны широкому кругу гражданских потребителей. На сегодняшний день имеются четыре мировые спутниковые группировки, две из которых полностью работоспособные системы ГЛОНАСС и GPS, и две находятся на стадии развёртывания – BEIDOU и GALILEO. Постановка задачи – создание информационной системы на основе анализа общих принципов функционирования навигационных спутниковых систем на современных языках программирования. Информационная система должна обеспечить автоматический расчёт характеристик навигационного поля ГНСС данных мониторинга спутниковых навигационных систем, их дальнейшее заполнение в базу данных и создание отчета о работоспособности космических аппаратов орбитальных группировок спутниковых навигационных систем. Новшеством развития существующей системы является использование часовых данных, которые дают очень хорошую точность и отображают реальные данные не позднее чем на 3 часа назад. Задача по увеличению точности суточного и часового мониторинга была реализована при помощи учета правильности входных данных от станций мировой сети. Такой метод решения подразумевает, что все станции, присылающие на текущий момент времени навигационные данные на основе математического критерия точности, ранжируются. Под ранжированием понимается присваивание станциям определенного веса «доверия данным».

Реализация программно-аппаратного комплекса контроля этапов аддитивного производства

Королев А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рипецкий А.В.
МАИ, Москва
begin9927@gmail.com

Современные промышленные установки аддитивного производства являются эффективным инструментом предприятия при их правильном и адекватном использовании. Сегодня не на всех, даже дорогих системах устанавливается система контроля этапов производства и обратной связи для отслеживания процессов. Отсутствие таких систем во время эксплуатации, часто приводит к нарушению производственного цикла, к остановке или даже поломке оборудования.

Актуальной задачей сегодня является разработка и совершенствование систем контроля работы оборудования и дистанционное управление процессами.

В работе рассмотрена задача реализации системы видеоконтроля участка аддитивного производства, использующего различные установки и дополнительное оборудование, работающие по разным принципам.

Система показала свою эффективность как элемент анализа и контроля этапов производства. Разработан метод размещения видеокамер и процедуры передачи и хранения информации для передачи всей необходимой технологу информации, позволяющей оценить стабильность процесса производства в онлайн-режиме из любой точки мира.

В ходе поиска решений была разработана система показателей для выбора комплекса, который позволил бы решить поставленную задачу. Был проведен анализ из множества представленных вариантов на рынке. Сделанный выбор отвечает разработанной системе критериев. Для охвата самых необходимых мест фиксации разработана эффективная компоновка камер для минимизации их количества.

Разработка универсальной системы управления для установок ионного азотирования и её практическое применение. Программная часть

Котляр Д.И., Андрющенко А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Ломанов А.Н.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
dm.kotlyar@yandex.ru

В настоящее время поверхностное упрочнение металлов и сплавов широко применяется во многих отраслях промышленности, в том числе в машиностроении. В цехе термической обработки ПАО «ОДК-САТУРН» установлено оборудование для осуществления азотирования деталей. Это не только современные установки, но и более старые: ЭВТ85 и НГВ66. Их система управления имеет существенные недостатки, поэтому руководством ПАО «ОДК-САТУРН» было принято решение о проведении модернизации системы управления данных установок. Работа над проектом поручена студентам Рыбинского государственного авиационного технического университета.

На первом этапе работ была спроектирована аппаратная часть системы управления. Она представляет собой распределённую систему ввода/вывода с головным управляющим ПЛК. В качестве головного управляющего ПЛК выбран сенсорный панельный контроллер «ОВЕН СПК110». Затем были закуплены все необходимые компоненты и расходные материалы и изготовлен макет новой системы управления. Для его отладки дополнительно спроектирован и изготовлен специальный отладочный стенд-эмулятор вакуумной установки. Он позволяет без подключения реальной установки проверить работу системы управления во всех режимах. Пользователь может задавать любые комбинации сигналов и наблюдать реакцию системы управления.

На следующем этапе необходимо было разработать управляющее программное обеспечение. Всё управление осуществляется сенсорным панельным контроллером. Он передаёт сигналы по интерфейсу RS-485 на модули ввода/вывода, которые подключаются непосредственно к цепям установки. Сенсорный панельный контроллер поддерживает программирование с помощью среды разработки CoDeSys. Данная среда позволяет разрабатывать программы на разных языках программирования и имеет обширную документацию, что упрощает процесс разработки ПО. Из всех поддерживаемых языков программирования целесообразно выбрать язык ST, поскольку он схож с традиционными языками программирования и код на данном языке существенно проще отлаживать и масштабировать. Кроме того, поскольку разрабатываемая система является универсальной, код

программы необходимо модернизировать под конкретную установку без существенных затрат времени, что удобно делать на языке ST.

На экране сенсорного панельного контроллера целесообразно реализовать пользовательский интерфейс. Такой интерфейс является удобным, наглядным и интуитивно понятным, что позволяет операторам быстро осваивать установку. При включении на экран выводится интерактивная мнемосхема и информация о состоянии системы. Оператор может управлять установкой в ручном режиме: открывать/закрывать клапаны, запускать насосы, управлять нагревом диссоциатора и вакуумной камеры, а также источником питания разряда. При этом на экране отображается обратная связь, то есть, например, если на клапан был подан сигнал открытия и клапан был открыт, то на мнемосхеме он изменит свой цвет. Если же реальное состояние клапана не соответствует подаваемому сигналу, оператору будет сообщено об ошибке.

Система управления может работать в автоматическом режиме. Для этого оператор выбирает нужную подпрограмму обработки и запускает её выполнение. Во время работы подпрограммы оператор может просматривать график изменения температуры детали и давления в камере. Все данные о ходе процесса обработки записываются в отдельный лог-файл, который оператор может открыть на компьютере, выбрать нужные графики и распечатать их.

Вследствие того, что управляющая программа обладает обширным функционалом и при этом функционирует на аппаратной платформе со скромными техническими характеристиками, её разработка является нетривиальной задачей. Среда разработки CoDeSys по умолчанию поддерживает применение псевдомногопоточности. Таким образом, программа была разбита на ряд задач, выполняемых контроллером псевдопараллельно. Это задачи: обработка визуализации, выполнение подпрограммы, функционирование ПИД-регуляторов, ведение логов, обработка критических ситуаций.

Работа ПИД-регулятора в данной системе заключается в стабилизации температуры детали и давления в камере. Поскольку вакуумная система весьма инерционна, задача обработки ПИД-регулятора не требовательна к вычислительным ресурсам. Коэффициенты ПИД-регулятора подобраны экспериментальным путём в процессе отладки после подключения системы управления к реальной установке. В результате проведённой отладки достигнута стабильная работа управляющей программы и правильное выполнение подпрограмм обработки.

На заключительном этапе полностью отлаженная система была успешно смонтирована на вакуумные установки, проведены пусконаладочные работы, обучен персонал цеха, а также успешно обработана пробная партия деталей. Новая система позволила повысить производительность труда, а также снизить вероятность появления брака при работе. Таким образом, задача разработки системы управления и модернизации установок была полностью выполнена.

Исследование методов настройки регулятора для малоинерционной системы

Кошляков П.С., Медведев Е.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Гусаров А.В.
РГАТУ имени П. А. Соловьева, Рыбинск
pkoshlyakov1@yandex.ru

В настоящее время на производстве активно осуществляется автоматизация производственных процессов. Существуют разные способы автоматизации, но все они сводятся к тому, чтобы облегчить работу предприятия или фирмы, заменив рутинную ручную работу автоматизированным устройством или специальной программой.

Существующие методы расчёта коэффициентов промышленных регуляторов, в основном, рассматривают работу с инертными системами. Такими инертными системами могут являться промышленные печи, котлы и подобные системы. В связи с этим возникает необходимость проверить методы расчёта коэффициентов в малоинерционных системах и выявить оптимальные методы для таких систем.

Исследование проводилось на базе лабораторного стенда для изучения промышленных регуляторов, разработанного на кафедре «Вычислительные системы» Рыбинского государственного авиационного технического университета им. П. А. Соловьева. Лабораторный стенд состоит из программируемого логического контроллера, вентилятора, потенциометра, и управляющих кнопок. Вентилятор является имитатором реального объекта управления. На вентиляторе установлена специальная металлическая шторка, которая позволит оценить мощность воздушного потока вентилятора. Ось шторки жёстко связана с осью потенциометра. Используется потенциометр с

линейным законом изменения сопротивления. Лабораторный стенд является малоинерционной системой, так как частота изменения положения шторки достаточно высока.

В качестве оцениваемых методов были выбраны три наиболее распространённых: метод Зиглера-Никольса, метод CHR, метод Коэна-Куна. Все три метода имеют схожий алгоритм подготовки к расчёту коэффициентов.

При проверке методов на лабораторном стенде было произведено по 50 замеров для каждого метода. Стоит отметить, что опыты проводились в одинаковых условиях. После получения экспериментальных данных они были проанализированы.

В ходе анализа экспериментальных данных было выявлено, что метод Коэна-Куна показал наилучшие результаты как по скорости переходного процесса, так и по величине перерегулирования. По сравнению с другими методами, метод Коэна-Куна при расчёте получил сравнительно большие интегральные коэффициенты регулятора.

В ближайшее время на основе полученных в результате эксперимента и анализа данных, планируется реализация метода автоматического расчёта коэффициентов регулятора, а также повторение данного эксперимента на базе других малоинерционных систем.

Проектирование информационной системы для лечебно-профилактического учреждения

Крымова Д.Д.
Научный руководитель — Рубцов Е.А.
МАИ, Москва
daury-dk@mail.ru

Актуальной проблемой современного здравоохранения с точки зрения достижения эффективности его инфраструктуры является информатизация. То есть создание единого информационного пространства для всех заинтересованных сторон: врачей, пациентов, в целом персонала и органов управления здравоохранением. Такой средой является информационная система (ИС), которая обеспечивает хранение, поиск, обработку и выдачу информации.

Основной целью проектной работы является проектирование ИС для учета пациентов в регистратуре поликлиники.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

1. Анализ объекта автоматизации, предметной области и формулирование требований к системе.
2. Проведение анализа особенностей и специфики автоматизированных информационных систем в здравоохранении.
3. Определение необходимой входной и выходной информации.
4. Ознакомление с методологией построения диаграмм.
5. Изучение доступных инструментальных средств визуального моделирования бизнес-процессов и проектирования информационных систем.
6. Выбор наиболее подходящего инструментального средства визуального проектирования ИС.

Данная ИС представляет собой медицинскую систему амбулаторного типа и включает в себя сбор данных обо всех визитах пациента ко врачу: диагноз, медицинские услуги, назначения и направления. Такие данные необходимы для учёта пациентов в базе, учёта функционирования отделений, планирования их работы, а также для расчёта пациентов.

При проектировании модели информационной системы должны быть созданы:

1) диаграмма вариантов использования;
2) диаграмма последовательности;
3) диаграмма классов;
4) диаграмма деятельности.

Существует несколько методологий проектирования ИС, основными из которых являются UML и Iconix.

UML — язык графического описания для объектного моделирования [1]. К его преимуществам можно отнести то, что он является объектно-ориентированым, в результате чего методы описания результатов анализа и проектирования семантически близки к методам программирования на современных объектно-ориентированных языках. UML позволяет описать систему, учитывая всевозможные аспекты её поведения. Недостатком данной методологии является избыточность языка, которая отражается в множестве практически неиспользуемых диаграмм. Неточная семантика языка, связанная с уникальным трактованием спецификаций приводит в дальнейшем к несовместимости.

Методология Iconix использует некоторую часть диаграмм UML, но фокусирует свое внимание на фундаментально важных аспектах анализа разрабатываемой системы и нивелирует рассмотрение излишних проблем. Данная методология позволяет наиболее полно и основательно подойти к моделированию предметной области. А употребление в текстах диаграмм существительных, то есть словаря модели позволяет избежать неоднозначности терминологии. Таким образом, Iconix позволяет максимально быстро рассмотреть модель поведения системы и вариантов ее использования за минимум промежуточных шагов без излишней формализации, что свидетельствует о его компактности и эффективности.

Проанализировав рассматриваемую предметную область, выбрали методологию Iconix, с помощью которой описана система посредством вышеупомянутых диаграмм.

Визуальное моделирование диаграмм с использованием этой методологии позволило обнаружить несовершенность текущих бизнес-процессов регистратуры поликлиники на разных уровнях детализации, что дало эффективность при дальнейшем проектировании системы.

Литература

Киммел П. UML. Основы визуального анализа и проектирования. – М.: НТ Пресс, 2008. 272 с.

Модифицированный алгоритм ORB-SLAM с семантической сегментацией сцен с подвижными объектами

Локтев М.А.
Научный руководитель — Максимов А.Н.
МАИ, Королев
misha_loktev@mail.ru

В современном мире большое внимание уделяется технологиям, связанным с управлением автономными транспортными средствами. Одной из основных задач, которые необходимо решить для создания автономных систем управления, является задача навигации. Для её решения возможно использование SLAM (Simultaneous Localization And Mapping, одновременная локализация и сопоставление) алгоритмов, которые используют видеопоток с камеры или LIDAR(Light Identification Detection and Ranging, обнаружение, идентификация и определение дальности с помощью света).

SLAM алгоритмы позволяют решать следующие задачи:

1. Построение трёхмерной карты пространства.
2. Построение траектории движения транспортного средства в пространстве с привязкой к карте.

В работе представлена модификация популярного алгоритма ORB-SLAM, который находит особенные (ключевые) точки на изображении, отслеживает их и переносит на трёхмерную карту. Однако стоит отметить, что он имеет некоторые недостатки. В частности, одним из недостатков алгоритма является то, что при нахождении в кадре большого движущегося объекта (например: автобус, грузовик и т.д.) возникают искажения в построении траектории.

Было предложено дополнить алгоритм дополнительным этапом, на котором входное изображение подаётся в нейронную сеть сегментации изображени, и отсекаются точки, которые попадают на движущиеся объекты. Для нейронной сети была выбрана архитектура ICNet, которая обладает хорошей производительностью и приемлемой точностью сегментации. Это расширило область применения алгоритма для определения траектории движения в условия, отличных от идеальных.

Применение генетических алгоритмов к решению задачи формирования инвестиционного портфеля

Малашонок С.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Потапова З.Е.
МАИ, Москва
maomix@mail.ru

В мире не существует инвестиций без риска и со стопроцентной гарантией дохода.

На уровень получаемой прибыли напрямую влияют многие причины: денежные катаклизмы, курсы валют, экономическая ситуация, инфляция, а также финансовая неграмотность.

С помощью такого инструмента, как инвестиционный портфель, предоставляется возможность минимизировать потери. Инвестиционный портфель – это набор активов с разной степенью риска, доходности и ликвидности, управляемый инвестором как единое целое.

Но как грамотно вложить свои средства, чтобы минимизировать риски и получить наибольшую прибыль? Для решения поставленной задачи можно использовать генетические алгоритмы, которые в

настоящее время представляют собой перспективную и быстроразвивающуюся область интеллектуальной обработки данных, связанную с решением задач поиска и оптимизации; они применяются тогда, когда на систему влияет множество внешних и внутренних факторов. Интеллектуальное устройство должно учесть их все и выбрать оптимальное поведение с точки зрения своей выгоды. Генетические алгоритмы являются поисковыми механизмами, основанными на эволюционных принципах естественного отбора и генетики. В общем виде работу классического генетического алгоритма можно представить следующим образом:

1. Сформировать случайным образом популяцию решений (кодировка исходных логических закономерностей, или хромосом, в базе данных, а весь набор таких закономерностей называют популяцией хромосом).

2. С помощью оператора селекции (метод рулетки, турнирный отбор и других) выбрать наиболее пригодную часть популяции (родителей) для порождения потомков.

3. Применить оператор скрещивания (сгенерировать новые особи). Оператор скрещивания (crossover) осуществляет обмен частями хромосом между двумя и более хромосомами в популяции. Может быть одноточечным или многоточечным. Одноточечный кроссовер работает следующим образом: выбирается одна из точек разрыва – участок между соседними битами в строке; обе родительские структуры разделяются на два сегмента по этой точке. Затем соответствующие сегменты различных родителей совмещаются, и получаются два генотипа потомков.

4. Новые решения (потомков) подвергнуть мутации. Каждый ген строки, которая подвергается мутации, с некоторой вероятностью меняется на другой ген.

5. Из популяции родителей и потомков сформировать новую популяцию.

6. Повторять шаги 2–5, пока не выполнится условие остановки.

По ходу работы генетический алгоритм генерирует решения задачи, все более приближающиеся к оптимальным. В ходе работы накапливается и обрабатывается статистическая информация о поверхности отклика целевой функции, что приводит к повышению вероятности сгенерировать оптимальное решение.

В общей постановке задача инвестиционного портфеля выглядит следующим образом: пусть инвестор имеет сумму, чтобы инвестировать её в ценные бумаги нескольких компаний из разных секторов экономики с разными процентными ставками в течение некоторого отрезка времени. Задача инвестора состоит в том, чтобы разместить капитал с минимальным риском потери денег, с учётом обеспечения планируемого (наибольшего) объёма дохода от портфеля и допустимых параметров инвестиционного портфеля.

К решению нашей задачи в общем случае можно привлекать людей, группы людей, компьютеры, кластеры компьютеров, нейросети; их будем называть интеллектуальными агентами. Пусть интеллектуальными агентами являются компьютеры.

Схема эксперимента выглядит так. Вначале на решение нашей оптимизационной задачи программируется одиночный компьютер. Задача для него трудна, и за приемлемое время он решить ее, естественно, не в состоянии. Но он, работая с использованием ГА и стартуя, исходя из случайной первоначальной популяции, достигает некоего определенного локального оптимума. Второй компьютер, стартуя с другого набора решений, достигает оптимума в другой точке пространства поиска решения. При одновременной и параллельной работе P компьютеров будет получено $Z \leq P$ таких локальных оптимумов (некоторые из достигнутых оптимумов могут совпадать). Можно дать этот набор решений компьютеру-серверу в качестве стартового и он, работая с улучшенной популяцией решений, выдаст еще более лучший локальный оптимум. За это время P компьютеров наработают следующую партию улучшенных решений, стартуя из разных точек пространства поиска, и снова передадут их серверу. За время P таких циклов сервер получит популяцию из $K<P$ элитных особей и за время еще одного цикла «вырастит» из нее суперэлитную особь (следовательно, всего потребуется времени P+1 цикл). Иными словами, можно предположить, что может быть осуществлено двухступенчатое «усиление интеллекта» [1].

Таким образом, с помощью классического генетического алгоритма и модели «усиления интеллекта» становится возможным нахождение оптимального решения инвестиционной задачи.

Литература

Протасов В.И. Конструирование метасистемных переходов в интеллектуальных системах. – Москва-Протвино: Институт физико-технической информатики, 2009. 187 стр.

Концепция лицензирования ПО с использованием цепных сертификатов

Малиновский И.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва
ilyamalinaya@mail.ru

Проблема лицензирования на сегодняшний день нисколько не потеряла в актуальности. Разработчики программного обеспечения всё так же стремятся защитить результат своей работы, зачастую прибегая к очень неприятным методикам, которые доставляют конечным пользователям большие проблемы. Например, это может выражаться в очень медленной работе компьютера при запуске защищённой программы.

Сегодня многие методики защиты программного обеспечения от обратной разработки достаточно быстро сводятся на нет благодаря реверс-инженерам. И проблема эта сама по себе фундаментальна – всё, что лежит на компьютере пользователя – всё возможно взломать, это всего лишь вопрос целесообразности, опыта взломщика и времени. Таким образом, проблему защиты от взлома можно свести к такой проблеме, решить которую не представляется возможным за разумное время.

В качестве новой концепции лицензирования ПО я предлагаю объединить в себе три различные технологии: цифровые сертификаты, облачные технологии и достаточно мощный протектор Themida.

В предыдущих работах [1,2] были рассмотрены похожие концепции. Текущая концепция включает в себя не только идеи из обеих работ, но также используется новый, переосмысленный подход.

Схема работы разделена на 2 основные части: сервис проверки лицензий и собственно исполняемое на стороне клиента ПО. В облачной среде издателя ПО существует специальный сервис CA (Certification authority) для валидации входящих запросов. Сервис разделён на несколько частей, но основными являются сервис валидации, сервис генерации сертификатов и сервис хранилища сертификатов.

В каждом запросе к сервису содержится цифровой сертификат и некоторая информация о рабочей станции. По итогам проверки сервис осуществляет выпуск нового сертификата и возвращает его рабочей станции. При помощи данных из нового сертификата может быть произведён новый запуск ПО. Для этого приложение осуществляет расшифровку самого себя. Однако каждый запуск приложения обязательно происходит при помощи очередного (нового) сертификата, который каждый раз будет запрошен у сервиса CA. Помимо ключа для запуска, в сертификате также может храниться информация о доступном (приобретенном) функционале. Это позволит покупателям не переплачивать за ненужный функционал.

Для усложнения анализа и обратной разработки ПО предлагается применять такие техники защиты, как рандомизация места распаковки зашифрованной части приложения, а также симбиоз с протектором Themida.

Такая комбинация заметно увеличит входной уровень умений и знаний для потенциальных реверсеров и тем самым поможет разработчикам сконцентрироваться на разработке конечного программного продукта, а не на защите своих идей.

Список литературы

1. Сборник XLIII Международной научной молодёжной конференции «Гагаринские чтения». – М.: МАИ, 2017. с. 767.
2. Сборник XLIV Международной научной молодёжной конференции «Гагаринские чтения». – М.: МАИ, 2018. с. 98.

Методология верификации цифровых микросхем на этапе их проектирования

Марценюк Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Ю.В.
МАИ, Москва
elena.marceniuk@gmail.com

Процесс проектирования микросхем ведется с использованием специализированных языков описания аппаратуры, а их верификация проводится методом имитационного моделирования с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР). Имитационное моделирование требует больших вычислительных и временных ресурсов, а написание тестового кружения является трудоёмкой задачей. В связи с тем, что повышается сложность разрабатываемой аппаратуры возрастает и роль верификации в процессе проектирования устройств. Целью

применения методологий верификации является повышение качества тестового окружения и повторного использования ранее написанного кода.

Как известно, при нахождении ошибки на начальной стадии в проекте по созданию микросхемы, значительно сокращаются затраты на ее исправление. Исходя из этого, число итераций, которое определяет изменения в проекте, на этапе тестирования нужно стремиться сокращать. Ключевые характеристики проектируемой микросхемы определяет модель уровня RTL – Register Transfer Level. На данный момент существует несколько методов отладки RTL моделей, таких как имитационное тестирование, формальная верификация и использование аппаратных ускорителей. Использование аппаратных ускорителей и формальная верификация являются самыми дорогостоящими методами отладки.

В настоящий момент имитационное тестирование лидирует среди перечисленных выше подходов к верификации. Организация Accellera, которая занимается разработкой стандартов, в 2010 году предложила специальную методологию UVM (Universal Verification Methodology) для создания тестовых стендов, она создана на основе OVM (Open Verification Methodology) и включает в себя четыре методологии: AVM (Advanced Verification Methodology), URM (Universal Reuse Methodology), VMM (Verification Methodology Manual) и eRM (e Reuse Methodology).

В данной работе описывается использование методов UVM для повышения верификации имитационной модели цифрового устройства.

Разработка приложения для моделирования и оптимизации двумерного процесса теплопроводности

Маханкин А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
makhankin73@gmail.com

Задачи оптимизации, которые включают дифференциальные уравнения в частных производных и интегралы, возникают во многих сферах производства. Некоторые из этих проблем, которые включают временную зависимость могут быть решены с помощью методов оптимального управления. Данные методы позволяют подбирать параметры, которые обеспечат оптимальное функционирование исследуемого процесса. Это означает, что для производства продукции будет требоваться меньшее количество затрат на сырье и топливо. Таким образом, улучшение методов оптимального управления данным процессом является актуальной проблемой.

В данной работе мы рассматриваем проблему оптимизации теплопередачи в однородном стержне [1]. Нашей задачей являлось создание моделирующего приложения, в котором реализован численный метод построения оптимального управления в двумерном уравнении теплопроводности.

В программе нами была построена математическая модель процесса, реализован численный метод решения разностной задачи с методами оптимизации (метод градиентного спуска), которая возникла при переходе от дифференциальной задачи к дискретной.

В качестве языка разработки был выбран Python 3.6 [2] с набором математических библиотек NumPy, MatPlotlib. Для разработки графического интерфейса был использован графический фрэймворк PyQt5 [3]. Наша программа позволяет находить и графически отображать представление оптимального управления во времени для произвольных начальных данных (физических параметров, начально-краевых условий), которые можно изменять в оконном интерфейсе.

Список литературы

1. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. – М.: Факториал Пресс, 2002.
2. Лутц Марк. Изучаем Python. – М.: Символ-Плюс, 2010.
3. Прохоренок Н.А. Python 3 и PyQt. Разработка приложений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016.

Система определения точности позиционирования робота по видеопотоку

Мевис Ф.А.
MAI (National Research University), Москва
fma995@gmail.com

Популяризация автоматизации на производстве требует все большего внедрения роботов для некоторых процессов. Важнейшей характеристикой робота является точность его позиционирования. Возникает большая потребность в аттестации роботов, определения их параметров. Поэтому есть большая потребность в разработке недорогих, надежных и простых в применении систем и методик

для определения точности позиционирования роботов. Существующие в промышленности методы позволяют производить метрологическую аттестацию роботов с требуемой для них точностью, однако, как правило, это всегда связано с разработкой и применением достаточно сложных измерительных систем, к примеру лазерных трекеров. Учитывая сложность кинематики современных роботов, совершенно очевидна необходимость разработки новых методик метрологической аттестации роботов, обеспечивающих максимальную простоту выполнения.

Объектом исследования в данной работе выбраны системы позиционирования роботов по изображениям. Рассмотрены распространенные методики определения точности позиционирования роботов. Изучены преимущества и недостатки распространенных методик. Изучена методика определения точности робота при помощи теодолита и точечного источника света.

Целью данной работы является разработка методики определения точности позиционирования роботов. На основе методики с применением теодолита разработана собственная методика определения точности позиционирования при помощи цифровой камеры. Разработанная методика удовлетворяет следующим параметрам:

1. Отсутствие физических точек контакта между измерительным прибором и промышленным механизмом.
2. Удовлетворяющая точность измерений.
3. Низкая стоимость измерительного оборудования.
4. Универсальность, простота монтажа и использования измерительного оборудования.

Точность измерений, проводимых по разработанной методике, зависит в первую очередь от используемой цифровой камеры. Повышение требований к точности измерений неизбежно связано с увеличением плотности пикселей матрицы, либо кратности увеличения оптической системы и соответственно разрешающей способности объектива цифровой камеры.

Описывается схема и алгоритм работы разработанной методики. Создано и протестировано ПО для обработки снимков, полученных с цифровой камеры. Проведен анализ достоинств и недостатков методики. Также приведен способ расчета погрешности работы созданной методики определения точности позиционирования роботов.

Формирование профессиональных компетенций при реализации онлайн-обучения

Мерзико И.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
infirt05@gmail.com

В настоящее время все чаще в образовательный процесс внедряют новые средства обучения, связанные с информационными технологиями (электронные учебники и справочники, интерактивное видео, приложения для моделирования опытов и др.). Среди них можно выделить актуальное направление – онлайн-обучение, т.е. обучение с использованием мультимедиа и интернет-технологий.

В российском образовательном пространстве продолжается поиск путей повышения эффективности образования и профессиональной компетентности выпускников. Одним из таких путей, по мнению ряда авторов, стала разработка и утверждение новой версии федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) по различным направлениям подготовки – ФГОС ВО 3++, ориентированных на профессиональные стандарты [1]. Так, в соответствии ФГОС ВО 3++ активно происходит внедрение онлайн-обучения с помощью информационных технологий, а именно, с помощью специальных образовательных интернет-платформ.

Одной из известных образовательных платформ является открытое образование, в которой представлено более трёхсот курсов по разным направлениям подготовки ведущих вузов России. Среди популярных онлайн-платформ для размещения онлайн-курсов также можно выделить Moodle, которая остается одной из самых доступных образовательных интернет-платформ.

Использование подобных платформ в образовании способствуют формированию профессиональных компетенций, таких как самостоятельность, исполнительность, организованность, ответственность и принятие решений (что учить, когда, где, с помощью чего), так как отсутствует жесткий контроль за обучающимся. При этом снижается доля аудиторной нагрузки преподавателя. Таким образом внедрение онлайн-обучения позволяет студентам самостоятельно организовать работу в объеме, предусмотренном существующим рабочим планом с системой контрольных мероприятий.

Список литературы
1. Мишин И.Н. Критическая оценка формирования перечня компетенций в ФГОС ВО 3++. [Электронный ресурс] – URL: https://cyberleninka.ru/article/v/kriticheskaya-otsenka-formirovaniya-perechnya-kompetentsiy-v-fgos-vo-3 (дата обращения: 21.02.2019)
2. Голошумова Г. С., Чернова О. Е. Возможности использования электронной образовательной платформы MOODLE в образовательном процессе ВУЗА. [Электронный ресурс] – URL: https://cyberleninka.ru/article/v/vozmozhnosti-ispolzovaniya-elektronnoy-obrazovatelnoy-platformy-moodle-v-obrazovatelnom-protsesse-vuza (дата обращения: 21.02.2019)

Автоматическое обнаружение аномалий в динамической сети

Мочалова Ю.Д.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Ревизников Д.Л.
МАИ, Москва
juliarychkova1@gmail.com

Выявление нарушений в последовательных данных имеет важное значение для многих областей применения, таких как ДНК, системные вызовы, пользовательские команды, банковские операции и маршруты т. д. Последовательность является аномальной, если она почти идентична обычному поведению, что означает, что последовательность немного отличается от обычной последовательности. Различия между двумя последовательностями основаны на порядке событий и их положении в последовательности. Для почтового наблюдения автоматизированные инструменты необходимы, чтобы облегчить таргетирование подозрительных ситуаций, которые осуществляются почтовыми объектами. Поскольку количество почтовых отправлений, путешествующих каждый день по всему миру, действительно высоко, появляется необходимость в осуществлении контроля во избежание незаконных действий, таких как мошенничество, кражи, скрытые действия, лишние ошибочные маршруты. Существуют два вида данных. Объекты с пометкой «аномалия», это так называемое «обучение с учителем», то есть данные, на которых можно построить и обучить математическую модель. Второй вид – данные без учителя. На данных с учителем стандартные методы классификации, такие как SVM или Random Forest, классифицируют почти все данные как нормальные, это обеспечивает очень высокую оценку точности (например, точность составляет 99,9, если аномалии составляют один на тысячу), но не является эффективным. Как правило, дисбаланс классов решается с помощью ансамбля, построенного путем повторной выборки данных много раз. Идея состоит в том, чтобы сначала создать новые наборы данных, взяв все аномальные точки данных и добавив поднабор нормальных точек данных (например, в 4 раза больше аномальных точек данных). Затем для каждого набора данных создается классификатор с использованием SVM или случайного леса, и эти классификаторы объединяются с использованием ансамблевого обучения [1]. Этот подход работает хорошо и дает хорошие результаты. Если в задаче нет обучающих данных, все же возможно обнаружить аномалию, используя обучение без учителя и обучение под наблюдением. Однако после построения модели нет представления о том, насколько хорошо она работает, поскольку нечего проверять. Следовательно, результаты этих методов проверяются в полевых условиях, прежде чем применять их к реальным задачам. Первый способ решения задачи основан на эвристике, что значения, не объясненные моделью, являются аномалиями. Следовательно, можно построить модель для прогнозирования следующего значения, а затем применить процентили к ошибке (прогнозируемое значение – фактическое значение). Модель может быть построена с использованием регрессии, моделей временных рядов или рекуррентных нейронных сетей. Цепи Маркова и скрытые цепи Маркова могут измерять вероятность последовательности событий. Когда происходит последовательность событий, мы можем использовать цепь Маркова, чтобы измерить вероятность возникновения этой последовательности и использовать ее для обнаружения любых редких последовательностей [2]. В целом, техника делится на две части. Первая часть заключается в выявлении общих (наиболее частых) последовательностей набора данных. Вторая часть состоит в том, чтобы идентифицировать те последовательности, которые немного отличаются от общих последовательностей, используя методы для классификации этих последовательностей как нормальных или подозрительных. Расстояние рассчитывается с использованием метода, который объединяет количественные и качественные различия между двумя последовательностями.

Список литературы
1. Джеймс Г., Уиттон Д., Хасти Т., Тибширани Р. Введение в статистическое обучение с примерами на языке R: – М.: ДМК-Пресс, 2016.
2. Pellissier M. Anomaly detection technique for sequential data
[Электронный ресурс] – URL: https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01548382/file/34651_PELLISSIER_MURIEL_2013_archivage.pdf (дата обращения: 10.02.2019).

Применение пчелиного алгоритма для оптимизации электромагнитных характеристик экрана из метаэлемента

Мухутдинов И.Л.
Научный руководитель — к.т.н. Гайнутдинов Р.Р.
КНИТУ-КАИ, Казань
ilnarm.work@gmail.com

Увеличение числа электронных компонентов в электронных системах и увеличение быстродействия протекающих в них процессах выводит обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) на передний план при проектировании этих систем. Экранирование является основным методом обеспечения ЭМС, которое способствует уменьшению уровня электромагнитных помех, воздействующих на электронные средства (ЭС) и создаваемых как искусственным, так и естественным образом. Экраны применимы как для отдельных элементов, функциональных узлов, блоков аппаратуры, так и для ЭС в целом, которые могут быть либо источниками, либо рецепторами помех [1–4].

Одним из возможных видов экрана является метаматериал – композиционный материал, электромагнитные свойства которого обусловлены не столько характеристиками составляющих его элементов, сколько искусственно созданной периодической структурой из макроскопических элементов (метаэлементов), обладающих произвольными размерами и формой. В грубом приближении такие элементы можно рассматривать как искусственно внесенные в исходный материал атомы очень больших размеров. Искусственная периодическая структура модифицирует диэлектрическую и магнитную проницаемости исходного материала [5].

Целью данной работы является оптимизация структуры метаэлемента для получения наилучшей эффективности экранирования.

Задача оптимизации сводится к определению значений параметров метаэлемента на диэлектрической подложке для обеспечения наилучшей эффективности экранирования от электромагнитных волн при ограниченной массе метаэлемента.

В качестве метаэлемента в данной работе рассматривается кольцевой резонатор с разомкнутыми участками.

Параметры метаэлемента, влияющие на значение целевой функции: радиус внешнего кольца метаэлемента; радиус внутреннего кольца метаэлемента; высота метаэлемента; толщина стенок метаэлемента; длина разомкнутых участков в метаэлементе; плотность материала метаэлемента; плотность материала подложки; длина подложки; ширина подложки; высота подложки; плотность материала подложки.

Для данной задачи процесс нахождения оптимального решения можно представить в виде случайного перебора значений. Отправной точкой для начала поиска будут служить исходные данные задачи.

Поиск решения будет осуществляться при помощи пчелиного алгоритма оптимизации. Его идея заключается в моделировании поведения медоносных пчёл при поиске источников нектара. Источник нектара в соответствии с задачей представляется в виде потенциального решения оптимизационной задачи [6].

Расчет S – параметров выполняется в программе CST Studio Suite 2017 Student Edition. Представленный пчелиный алгоритм оптимизации был реализован в виде программы, написанной на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2017. Связь между программами была реализована при помощи COM объектов.

В рамках экспериментальных работ проводилось исследование влияния изменений настраиваемых параметров пчелиного алгоритма (количество пчёл-разведчиков и пчёл-фуражиров в рое) на результирующее значение целевой функции.

На основе исследований, проведённых при ряде запусков алгоритма, сделан вывод о том, что при уменьшении количества пчёл-фуражиров в рое наблюдается уменьшение найденной эффективности экранирования, то есть ухудшается качество получаемого решения. Если снизить количество пчёл-фуражиров в рое с 5 до 1, то результат ухудшится на 30–35%.

Список литературы

1. Ефанов В. И., Тихомиров А. А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. 168 с.

2. Гайнутдинов Р.Р., Чермошенцев С.Ф. Электромагнитная совместимость перспективных авиационных комплексов // Технологии электромагнитной совместимости. 2018. № 2 (65). С. 62–78.

3. Гайнутдинов Р.Р. Прогнозирование электромагнитной обстановки в зданиях при преднамеренном воздействии сверхширокополосного электромагнитного импульса // Технологии электромагнитной совместимости. 2010. № 3. С. 53–64.
4. Gaynutdinov R.R., Chermoshentsev S.F. Study of crosstalks in the cables of unmanned aerial vehicle // Proceedings of the 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 29-30 June 2017, Astana, Kazakhstan. P. 1-4.
5. Вендик И.Б., Вендик О.Г. Метаматериалы и их применение в технике сверхвысоких частот (Обзор) // Журнал технической физики. 2013. Том 83, Dып. 1. с. 3.
6. Chermoshencev S.F., Gaynutdinov R.R., Suzdaltsev I.V. Genetic Algorithm for Optimization Placement of Antennas on the Aircraft // Proceedings 2018 XXI International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), St. Petersburg, 2018, In press.

Система учёта покупных комплектующих изделий на производстве

Наймушина Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
elizavoveta@gmail.com

На крупных промышленных предприятиях в производственном процессе используются покупные комплектующие изделия (ПКИ), изготовленные на другом предприятии. Такие изделия нуждаются в учёте и контроле.

Учёт ПКИ играет важную роль для производства и основывается на запросах потребителей. На закупку этих изделий выделяют определенный бюджет, который может быть превышен из-за неудачного планирования закупок. Проводятся тендеры между предприятиями поставщиками для выбора наиболее подходящего варианта. Требуется заключить несколько договоров на поставку комплектующих (ПКИ), которые закупаются у выбранного поставщика по конкретным требованиям департамента логистики. После чего изделия помещают в специальную лабораторию, где группа специалистов совершает контроль комплектующих изделий. Потом отправляют в центральный склад на предприятии, откуда перемещают в определенный склад, который оборудован специальными шкафами для дальнейшего использования. Для ПКИ соблюдаются правила и процедуры приемки закупаемой продукции, ее хранение на складах и выдачи в производство.

Для решения проблемы необходимо составить систему учёта ПКИ на ОАО УППО без лишних потерь в бюджете, исходя из спецификации и плана выпуска предприятия. Анализ спецификации изделия позволит установить разумные ограничения неснижаемых запасов на складе, а также покажет, какие изделия из чего состоят и какие необходимо закупать в большом количестве, например, изделие может быть с браком. Автоматизированная система позволит службам снабжения предприятия планировать, размещать заказы на складе и вести учёт движения ПКИ в соответствии с требованиями производства.

Анализ надежности информационной поддержки управления техническими объектами на основе профиля сервисов

Насырова Р.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гвоздев В.Е.
УГАТУ, Уфа
nasyrova.rima@yandex.ru

В настоящее время в литературе идет бурное обсуждение содержания и стратегий достижения глобальных целей доктрины Industry 4.0, ее положения относительно доктрины Society 5.0. При этом во всех литературных источниках подчеркивается необходимость создания «умных производств» («Smart factoring»), основой которых является создание на предприятиях цифровых экосистем.

Особенностями требований к информационным системам в составе «умных производств» являются:

- Поддержка возможности гибкого реконфигурирования бизнес-процессов с учетом индивидуальных требований потребителей;
- Интеллектуализация технических систем, что позволит уменьшить участие человека в производственных процессах;
- Обеспечение кибербезопасности, включая функциональную безопасность информационных систем.

Одной из системных задач в рамках реализации «умного производства» является построение совокупности взаимосвязанных формальных моделей бизнес-процессов: выделение в составе бизнес-процессов бизнес-задач и ассоциированных с ними информационных сервисов.

В литературе, посвященной проблематике управления функциональной безопасностью информационных систем, обсуждается подход к управлению надежностью программных систем, основанный на концепции профилей. Концептуальную основу данного подхода составляет стремление взглянуть на надежность программных систем глазами пользователя. Основная идея подхода – максимальный учет на начальных стадиях проектирования всех особенностей использования информационной системы с тем, чтобы в максимально возможной степени обеспечить соответствие надежности сервисов содержанию задач, связанных с управлением сложными системами. Объектом исследования в случае ориентации на сервис-ориентированные архитектуры становится надежность информационных сервисов.

Технологическую основу реализации подхода, ориентированного на анализ надежности информационных систем на основе концепции профилей, составляет выделение полного множества альтернатив функционирования информационных систем, для каждой из которых существует определенная вероятность отказа сервиса.

Целью построения профилей информационных сервисов является поддержка принятия решений по приоритетным направлениям развития информационных систем в составе «умных производств» в условиях противоречия между разнообразием требований ключевых пользователей к бизнесу и стремлением типизации информационных сервисов.

В рамках исследования обсуждается подход к построению профилей информационных сервисов, учитывающий, что успешность реализации функции информационных систем является случайной величиной, определяемой свойствами исходных наборов данных. Также предложена системная модель надежности сервиса в виде триплета: событие, вероятность возникновения события и вероятность отказа сервиса, позволяющая единообразно представить разные профили.

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».

Список литературы

1. Липаев В.В. Функциональная безопасность программных средств. – М.: СИНТЕГ. 2004. – 348 с.

2. Roger C. Cheung «A user-oriented software reliability model», IEEE transactions on software engineering, Vol. Se-6, № 2, 1980. – с. 565-570.

3. Андон Ф.И., Коваль Г.И., Коротун Т.М., Суслов В.Ю. Основы инженерии качества программных систем. – К.: Академпериодика, 2002. – 504 с.

4. Мороз Г.Б., Коваль Г.И., Коротун Т.М. Концепция профилей в инженерии надежности программных систем // Математические машины и системы. 2004. №1. с. 166 – 182.

Влияние киберугроз на безопасность полетов

Никитин А.В.
ФГУП ГосНИИ ГА, Moscow
nikitin@atminst.ru

Эффективная деятельность гражданской авиации, безопасность полетов и авиационная безопасность в значительной степени зависят от развития информационных технологий, а также от целостности и конфиденциальности обрабатываемой информации.

Поскольку в РУБП отмечается, что сфера авиации функционирует в неконтролируемой среде и подвержена воздействию возникающих в этой среде помех, то невозможно предугадать все потенциальные формы оперативного взаимодействия между людьми, техникой и средой, в которой осуществляется деятельность, по этой же причине невозможно описать все факторы опасности [1]. Контроль деятельности в штатных условиях, приближенных к реальному времени позволяет выявлять и корректировать недостатки и упущения, которые не удалось предусмотреть в ходе разработки систем в сфере гражданской авиации. Для контроля состояния безопасности полетов ИКАО рекомендует создавать системы управления безопасностью полетов (СУБП).

На сегодняшний день при разработке СУБП недостаточное внимание уделяется вопросам, связанным с влиянием киберугроз на безопасность полетов. Несмотря на то, что пилоты и диспетчеры могут представлять собой определенный защитный барьер, современный уровень автоматизации и цифровизации бортовых программно–аппаратных систем управления воздушным

судном, навигационных систем, систем связи, объектов инфраструктуры ОрВД и прочих систем приводит к появлению новых факторов опасности и рисков, оказывающих влияние на безопасность полетов. В связи с этим для повышения эффективности СУБП в современном цифровом мире необходимо выполнить исследования по влиянию киберугроз на безопасность полетов.

В рамках исследовательской работы информационно-коммуникационные технологии были классифицированы на три основных группы: бортовые системы ВС, системы ОрВД и аэропортовые системы.

В настоящее время для каждой группы определяются возможные сценарии реализации киберугроз и оценить возможные последствия от их проявления. Сценарии необходимо рассматривать в рамках двух направлений:

• Непреднамеренные киберугрозы – связанные с непреднамеренными сбоями в информационно-телекоммуникационных системах, как правило, происходящими в виду несовершенства систем или отсутствия должного уровня кибергигиены у работников;

• Целенаправленные кибератаки – несанкционированное использование общедоступных или скрытых каналов связи, недекларируемых возможностей, перехват управления и т.д.

Основной сложностью при выполнении данной работы является отсутствие единого технологического процесса идентификации киберугроз, оценки рисков, их анализа и своевременного выявления проблем кибербезопасности в гражданской авиации, парирования угроз и правил реагирования в случае кибератак [2].

На данный момент по каждому сценарию определяются основные угрозы по БД угроз ФСТЭК РОССИИ, вектор угрозы по CVSS v.3, оценивается вероятность реализации угрозы по матрице оценки значимости рисков РУБП, описываются последствия реализации угрозы, определяются смягчающие факторы по Приложению №17 ИКАО и существующие барьеры уклонения и барьеры восстановления по методологии ARMS.

Полученные результаты по проделанной работе позволяют утверждать, что киберугрозы могут оказывать значительное влияние на обеспечение безопасности полетов.

Список литературы

1. Приложение 19. Управление безопасностью полетов. // Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. 1-е изд. / ИКАО, 2013, июль.

2. A. Nikitin, D. Demin, V. Shapkin, S. Musin, A. Pleshakov, V. Solomentsev.Aspects of cyber-secumty in civil aviation / International Journal of Civil Engineering & Technology (IJCIET), Volume 9, Issue 9, October 2018, pp. 182–189.

Технология автоматизации визуального осмотра воздушных судов с помощью дронов

Никитин А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Горбачёв В.А.
МФТИ, Москва
unlostdaimos@gmail.com

Техническая эксплуатация воздушного судна (ВС) предусматривает регулярное проведение визуального осмотра поверхности крыльев и фюзеляжа для получения сведений о наличии следов от удара молнии или других повреждений поверхности ВС. Осмотр такого рода требует привлечения большого количества специалистов и тяжелой техники и связан со значительными временными и финансовыми потерями авиационных компаний. Автоматизация процесса с помощью программируемых беспилотников позволит существенно сократить время осмотра ВС.

В работе решается задача обнаружения объектов на обшивке ВС. В качестве метода детектирования выбран алгоритм на основе глубоких свёрточных искусственных нейронных сетей. Подобные алгоритмы показывают наилучшие результаты в задачах детектирования. Выбранный метод модифицирован и адаптирован под задачу обнаружения повреждений обшивки ВС. Описываются технические решения, осуществляющие создание коллекции синтезированных изображений для обучения и тестирования выбранного метода детектирования, а так же методика тестирования. Исследуются аспекты применения дронов и особенности съёмки с дронов на специально созданном экспериментальном стенде.

Разработанные алгоритмы могут быть использованы в рамках технологии автоматизированной системы визуального контроля поверхности ВС и обнаружения объектов на его поверхности с помощью мини-беспилотных летательных аппаратов с установленной на них камерой. Продемонстрирована высокая точность данного метода на синтезированных тестовых данных. Показана эффективность метода на реальных данных.

Внедрение электронной системы внесения изменений в конструкторскую документацию

Никонов Ю.Ю., Голубков Г.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
nikonovyura95@gmail.com

Разработка сложного технического изделия сопровождается большим количеством изменений на разных этапах жизненного цикла. Процедуры внесения изменений разными сторонами процесса разработки (разработчик изделия, головной изготовитель и изготовитель составных частей), а также актуальность измененной информации являются очень важными аспектами процесса разработки.

В настоящее время большинство опытно-конструкторских предприятий перешли на создание конструкторской документации с использованием средств автоматизированного проектирования: систем автоматизированного геометрического моделирования (CAD системы), систем инженерного анализа (CAE системы), систем автоматизированной подготовки производства (CAM системы) и т.п. Но процесс изменения конструкторской документации с внесением замечаний и предложений реализуется большей частью с использованием бумажных носителей[1].

Актуальность разработки автоматизированных процедур внесения изменений подтверждается следующими обстоятельствами:

1. Процесс создания замечаний к действующей конструкторской документации не отличается от процесса создания обычных предложений (уменьшения массы, стоимости или изменении технологии производства).
2. Отсутствует контроль на всех этапах разработки документации об изменении: создание, передача и утверждение.
3. Конструкторская документация создана в электронном виде, но изменения к ней создаются с использованием бумажных носителей.
4. Отсутствуют бизнес-процессы, благодаря которым ускорилась бы разработка изменений.
5. Отсутствует электронная подпись. Документы подтверждаются обычными подписями на бумажных носителях.

Чтобы внедрить электронную систему внесения изменений, необходимо изменить структуру взаимодействия как внутри организаций участников процесса, так и между ними, разработать автоматизированные процедуры внесения изменений, расширить текущий функционал систем и разработать новые системы.

Для этого необходимо:

- Разделить процесс создания предложений и создание замечаний к текущей конструкторской документации.
- Ввести согласование между участниками процесса для поддержки актуальности данных и возможности создания новых конструкторских элементов с данными изменениями.
- Осуществить отслеживание и контроль проведенных изменений, для чего разработать специальное программное обеспечение.
- Расширить область применения уже внедренных на предприятие систем: PDM и CAD/CAM/CAE – для создания замечаний в электронном виде.
- Создать новые бизнес-процессы средствами встроенного функционала PDM системы для ускорения процессов разработки изменений.
- Внедрить электронную подпись для подтверждения подлинности выпускаемой документации об изменении.

В качестве PDM системы предлагается использовать систему Teamcenter[2]. В ней предусмотрен встроенный функционал как для работы с разного рода документацией, так и для создания бизнес-процессов. Данная система также предусматривает работу с электронной подписью.

В качестве средств автоматизированного проектирования можно воспользоваться системой NX. Система NX включает в себя три больших модуля: NX CAD[3], NX CAE (ныне Simcenter), NX CAM. Данный набор программ прекрасно интегрируется с системой Teamcenter, так как создан тем же разработчиком (компания Siemens).

Список литературы

1. ГОСТ 2.503-2013. ЕСКД. Правила внесения изменений. – М., 2014. 23 с.
2. Обзор системы Teamcenter [Электронный ресурс] // Компания Siemens PLM Sofware. – Режим доступа: https://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/Images/Teamcenter%20overview_tc m802-70865.pdf (дата обращения 18.02.2018).
3. Гончаров П., Ельцов М., Коршиков С. и др. NX для конструктора-машиностроителя – М.: ДМК Пресс, 2016. 504 с.

Подсистема принятия решений по переходу к этапу модернизации в жизненном цикле ИТ-систем наукоемких организаций

Певалкин А.В.
Научный руководитель — Власов И.В.
МАИ, Королев
andy6991@mail.ru

В жизненном цикле ИТ-систем крупных наукоемких организаций важнейшую роль играет процедура принятия решения о необходимости ее совершенствования. От своевременности принятия этого решения и формулировок направлений совершенствования ИТ-системы в решающей степени зависит ее эффективность, как следствие, эффективность деятельности самой организации, ее конкурентоспособность.

В общем случае очевидно, что совершенствовать (модернизировать) любую систему надо тогда, когда ее параметры перестанут находиться в диапазоне приемлемости для продолжения функционирования. В случае с ИТ-системами принятие решения о модернизации необходимо принимать заранее, еще до момента выхода значений ее параметров из диапазона приемлемости, чтобы не было проблем с доступностью необходимых информационно-вычислительных ресурсов для пользовательских процессов. Другими словами, необходимо постоянно анализировать состояние ИТ-системы с целью выявления тенденций в доступности ресурсов и других ее параметрах.

С этой целью автором статьи была спроектирована информационно-аналитическая подсистема (ИАП), которая позволяет наукоемким организациям своевременно и обоснованно принимать решения о необходимости модернизации ИТ-систем для непрерывного поддержания значений ее параметров на приемлемом уровне.

Параметры ИТ-системы, оцениваемые в ИАП, могут являться измеряемыми и неизмеряемыми. В первом случае численные значения параметров можно измерить тем или иным способом (или вычислить программным способом), а во втором случае это невозможно ввиду отсутствия корректных математических моделей. Значения таких параметров можно оценить только субъективно с помощью экспертов, поэтому в ИАП они называются экспертными значениями.

В данной подсистеме для вынесения решения о модернизации отдельно рассматриваются следующие измеряемые показатели:

1. Оценка качества программного обеспечения;
2. Оценка умения сотрудника работать с данным программным обеспечением;
3. Оценка эффективности бизнес-процессов предприятия.

Все эти показатели представлены в виде целочисленного значения в диапазоне от 0 (что означает отсутствие этого параметра у системы или ее функционирование на самом плохом уровне) и до 10 (максимально возможное значение показателя, то есть никаких нареканий к функционированию системы, по представленным параметрам в подсистеме, не имеется).

Для экспертных показателей значения для оценки программного обеспечения производятся на основе следующих экспертных параметров:

1. Наличие требований к программе по устойчивости функционирования при возникновении ошибок во входных данных;
2. Возможность обработки ошибочных ситуаций;
3. Полнота обработки ошибочных ситуаций;
4. Наличие тестов для проверки допустимых значений входных данных.

Каждый из экспертных параметров находится в диапазоне от 0 до 10 (за исключением второго параметра, так как его значение может быть только истина – 10 или ложь – 0).

Расчётными параметрами для этого показателя являются:

1. Средневзвешанная скорость выполнения программой одной операции;
2. Средневзвешанная скорость передачи программой одной транзакции.

Эти параметры рассчитываются программно, для удобства пользователей параллельно с процессом введения экспертных значений.

Оценка работы сотрудника происходит в 2 этапа: сначала эксперт выполняет первичную оценку эффективности его работы (экспертное значение), а затем оно изменяется (уточняется) за счёт вычисления значений измеряемых показателей. Значения измеряемых показателей вычисляются параллельно с работой сотрудника, пока подсистема находится в «фоновом» режиме. На основе этих данных происходит анализ процесса взаимодействия человека и программы, с которой он работает.

Показатель оценки бизнес-процессов представлен только экспертными значениями, на основе которых производится расчет.

Далее все эти параметры для подсчета показателей при помощи масштабных коэффициентов приводятся подсистемой в диапазоне от 0 до 10 и суммируются между собой.

В данной методике можно также применять и весовые коэффициенты для использования параметров с разной степенью важности (по умолчанию их весовые коэффициенты равны 1).

В подсистеме предусмотрена фиксация всех значений в уже существующей базе, так что в любой момент времени можно анализировать тенденции изменений их значений. Для визуализации динамики изменений показателей в подсистеме предусмотрена функция просмотра их значений за некоторое время в графическом виде.

Данная подсистема может обеспечить руководству организации стабильность их бизнеса и производственных процессов, а сотрудникам создать более благоприятные условия для работы.

Исследование вычислительной сложности алгоритмов блокчейна и их применения в цифровизации предприятий

Петров Е.И.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
info@allthetime.ru

Цель работы – сравнить алгоритмы построения блокчейна (цепочки блоков), структуру сети узлов-обработчиков блокчейна, взаимосвязь узлов по общим критериям. Выявить наиболее рациональное, экономически выгодные и безопасные алгоритмы для применения в цифровизации предприятий.

В настоящее время активно осуществляется цифровизация предприятий, главные задачи которой заключаются в обеспечении:

- Конкурентоспособности,
- Информативности на разных этапах производства,
- Безопасности,
- Взаимосвязи с информацией разных отделов.

Исходя из этого можно выделить ключевые сферы, в которых конкурируют различные предприятия:

- Увеличение скорости вывода продукта на рынок,
- Повышение безопасности и надежности,
- Повышение гибкости предприятия при адаптации к изменяющимся условиям,
- Повышение качества продукции,
- Повышение экономической эффективности предприятия.

Сейчас технология блокчейн больше ассоциируется с криптовалютой, но действительный смысл куда глубже. Данная технология впервые была применена в построении базы данных «Биткойн». Такой метод позволяет работать не только с транзакциями, но и с любым видом информации в блоках. На основе анализа алгоритмов 50 криптовалют на технологии блокчейн было выявлено, что их можно объединить в группы по заданным критериям:

- Тип исходного кода,
- Индивидуальная кодовая база или заимствованная от другого проекта,
- Алгоритмическая сложность,
- Энергоэффективность алгоритмов,
- Возможность применения в цифровизации,

Это сделано для понимания того, какой подход построения распределенной базы данных и с помощью каких критериев структурного формализатора логической модели, будет наиболее применим в цифровизации предприятий. Выявлены гибкие и эффективные подходы, которые могут использоваться во многих ключевых сферах деятельности предприятий, начиная от увеличения скорости вывода продукта на рынок, заканчивая повышением качества продукции.

Рассмотрим один из примеров: создание платформы для записи информации на базе блокчейн. Главная задача – оцифровка объектов, исходя из задач (продукция, события, люди и др.). Объекту присваивается уникальный идентификатор, который записывается в цепочку блоков и на физическую метку (QR-code, NFC и т.д.). Это делается для того, чтобы на любом этапе жизненного цикла изделия можно было с ним взаимодействовать. Так потребитель или дистрибьютор может получить более детальную информацию о продукте или же убедиться в подлинности товара. Таким образом мы повышаем защиту от подделок, контролируем качество продукции и скорость вывода товара на рынок, ведь отслеживать такой товар легче.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что цифровизация предприятий – это часть технологического прогресса, а базы данных, построенные на технологии блокчейн, станут неотъемлемым условием будущей деятельности предприятий.

Список литературы

1. Бауэр В.П. Блокчейн как основа формирования дополненной реальности в цифровой экономике / В.П.Бауэр, С.Н.Сильвестров, П.Ю.Барышников // Информ. общество. 2017.

2. Бауэр В.П., Котова Н.Е. Стратегии адаптации компаний США к цифровизации сфер производства. 2018.

Типовая модель разработки и реализации стратегии цифровой трансформации промышленных предприятий

Петросян Ш.Г., Дрягин И.О., Анферова М.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
gina35@yandex.ru

Обострение конкурентной борьбы в современной мировой экономике заставляет производителей вести активный поиск резервов и путей повышения эффективности их деятельности. Анализ практической деятельности предприятий показал, что для формирования инновационного пути развития в настоящее время необходим переход на цифровое производство, а также совершенствование имеющихся производственных систем на основе цифровых технологий.

Ключевыми компонентами цифровой трансформации промышленных предприятий являются внедрение цифровых технологий в процессы управления; внедрение цифровых технологий в процессы разработки, производства и сервисного обслуживания продукции; создание новой перспективной продукции за счет внедрения в неё элементов цифровых технологий.

Согласно анализу лучших практик внедрения цифровых технологий типовая модель разработки и реализации стратегии цифровой трансформации может выглядеть следующим образом:

1.Оценка цифровой зрелости предприятия

2. Выработка цифровой стратегии и разработка дорожной карты

3.Реализация на предприятии пилотных проектов по внедрению технологий в конкретные процессы

4. Масштабирование – внедрение технологий цифрового производства в бизнес-процессы предприятия

Преимущества, которые дают технологии цифрового производства, заключаются в возможности оптимизации всех производственных процессов, повышении производительности труда, снижении целого комплекса издержек за счет автоматизации таких функций, как мониторинг и контроль, времени выхода на рынок новой продукции, а также наделения машин и систем широкими возможностями автономной работы.

Таким образом, в современных условиях развития переход к технологиям цифрового производства является ведущим стратегическим направлением развития инновационных высокотехнологических предприятий и эти технологии должны найти отражение в концепциях и планах развития предприятий.

Построение облачной системы управления инфраструктурой для обработки информации

Петрухин П.В.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
petrukhin.paul@gmail.com

На сегодняшний день бурное развитие облачных систем привело к созданию множества продуктов, несовместимых друг с другом. Разнообразие решений привело к тому, что экосистема облачных вычислений находится в сильно фрагментированном состоянии, что затрудняет выбор подходящей технологии:

• Окончание поддержки выбранного продукта несет большие издержки из-за крайне сложного процесса миграции инфраструктуры на существующие альтернативы;

• Инструменты мониторинга, управления виртуальной инфраструктурой и правами доступа поддерживают только часть представленных на рынке продуктов;

• В условиях большого разнообразия систем виртуализации не разработана методология проектирования облачной инфраструктуры, из-за чего неправильный выбор технологии на начальных этапах проектирования облачной системы приводит к проблемам при попытках горизонтального и вертикального масштабирования вычислительных мощностей.

За последние годы было предпринято множество попыток стандартизировать область облачных вычислений и систем: ISO 35.210 “Cloud computing” [1], Cloud Standards Coordination [2], Cloud Data Management Interface [3] и другие. Однако ни одна группа стандартов не стала общепринятой.

Целью данной работы является исследование существующих облачных систем, анализ проблем, связанных с облачной инфраструктурой, выработка предложений по улучшению подходов к построению таких систем и создание экспериментальной системы для управления облачной инфраструктурой. Вместо того, чтобы реализовывать еще одну полностью оригинальную систему управления виртуальными машинами и сетями, создан набор универсальных средств управления, пригодных для управления облачными ресурсами существующих облачных систем, а также реализован пример гетерогенной облачной системы на основе созданных средств управления.

В результате работы была создана система на языке программирования Go, способная управлять системами на основе Kubernetes и Docker. Система способна использовать несколько форматов конфигурации, благодаря модульной архитектуре, позволяет производить доработку с минимальными временными затратами.

Разработаны концепция, архитектура и алгоритмы функционирования облачной системы-адаптера для управления множеством облаков. На основе разработанных концепций, архитектуры и алгоритмов создана демонстрационная система управления облачной инфраструктурой, позволяющая решить следующие задачи:

• Интеграция облаков между собой,
• Снижение сложности конфигурации,
• Масштабируемая архитектура,
• Простота расширения функциональности,
• Использование безопасных языков и технологий для реализации.

Список литературы

1. Cloud computing [электронный ресурс] // Сайт ISO. – Режим доступа: https://www.iso.org/ics/350.210/x/p/1/u/0/w/0/d/0 (дата обращения 10.02.2019)

2. Cloud Standards Coordination Final Report [электронный ресурс] // Официальный сайт ETSI. – Режим доступа: http://csc.etsi.org/ (дата доступа 10.02.2019)

3. Cloud Data Management Interface [электронный ресурс] // Страница проекта CDMI на официальном сайте SNIA. – Режим доступа: https://www.snia.org/cloud/cdmi (дата обращения 10.02.2019)

Применение метода нейро-нечеткого моделирования для задач распознавания объектов дистанционного зондирования земли

Поляков С.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дембицкий Н.Л.
МАИ, Moscow
r-38@mail.ru

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) активно используются для изучения природных ресурсов Земли и решения задач метеорологии с помощью космических аппаратов, оснащенных оптической или радиолокационной аппаратурой. Рабочий диапазон длин волн, принимаемых их аппаратурой, составляет от видимого оптического излучения до радиоволн. В настоящее время накоплено большое количество данных зондирования поверхности Земли. Их обработка связана колоссальными затратами временных и материальных ресурсов. Компьютеризация анализа данных ДЗЗ – актуальная задача, решение которой может дать значительный экономический эффект.

Основным преимуществом нейро-сетевых методов является возможность создавать универсальные устройства и ПО, которые можно настраивать на поставленную задачу без изменения структуры вычислителя и алгоритма обработки данных.

Кроме того, нейросети дают возможность параллельной обработки данных, обеспечивая скорость получения результатов. Высокое быстродействие вычислений является одной из наиболее привлекательных особенностей нейропроцессоров.

В докладе рассматривается подход к созданию модели нейрона, который позволит решить проблему разделения линейно-неразделимых классов. Целью разработки является повышение возможностей применения нейросетевых моделей в задачах классификации.

В настоящее время реализован программный эмулятор вычислений, который позволил проверить на примере рассмотренной в докладе задачи на адекватность и точность предлагаемого подхода. В программном комплексе применяются несколько типов фильтров в зависимости от решаемых задач.

В работе была разработана нейро-нечеткая модель многопараметрической классификации объектов, обладающая преимуществами по сравнению с традиционными моделями нейросетей:

• Решение задач нелинейного разделения классов с помощью нейропроцессора

• Обучение аппроксимации нелинейных поверхностей

• Высокая скорость обучения

• Высокое быстродействие

• Возможность реализации в виде программного обеспечения и в виде устройств на аналоговых элементах

• «Прозрачность» и адекватность структуры при моделировании поверхностей с разнородными характеристиками

• Фрагментация модели на участки позволяет сокращать объемы информационных моделей

Список литературы

1. Поляков С. В., Дембицкий Н. Л., Нейронечеткие модели многопараметрической классификации объектов дистанционного зондирования поверхности // VI Всероссийская научно-техническая конференция «РТИ Системы ВКО-2018».

2. Кульчин Ю. Н., Ким А. Ю., Ноткин Б. С., Люхтер А. Б. Обработка сигналов распределенной волоконно-оптической сети для распознавания образов с применением нейронных сетей. Информационные технологии. Том 21. № 4. 2015. с.312-318.

3. Галушкин А. И. Нейрочипы и нейроморфные ЭВМ: проблемы моделирования. // Информационные технологии. Том 21. № 12. 2015. с. 942–948.

Исследование и разработка методов организации облачных платформ для Интернета вещей

Путилов А.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Чернышов Л.Н.

МАИ, Москва

alezzigrriff@gmail.com

Мир вокруг нас становится все умнее, технологии становятся обычным явлением во многих областях. Цифровые устройства находятся не только в наших карманах, но и все чаще появляются в наших домах и во многих местах городов. Эти устройства помогают собирать данные различного рода и могут связываться друг с другом через IoT (Internet of Things – «Интернет вещей»).

Для начала стоит дать определение «Интернета вещей». «Интернет вещей» – это сеть физических предметов, оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия и обмена данными друг с другом или с внешней средой. Такая сеть подразумевает исключение участия человека из части действий и операций.

Важным звеном в «Интернете вещей» является программное обеспечение, которое служит для подключения интернета вещей к облаку. Это программное обеспечение называется платформой IoT. Платформа является посредником и позволяет различным устройствам и компонентам обмениваться данными, тем самым обеспечивая взаимодействие с устройствами и между устройствами. Полученные данные можно передать в системы анализа, системы хранения данных, а также на другие подключенные устройства или между устройствами.

При внедрении IoT необходимо рассмотреть как преимущества, так и недостатки данного подхода. Для начала выделим основные преимущества внедрения «Интернета вещей».

Важным преимуществом данной системы является то, что «Интернет вещей» способствует оперативному получению информации. Наглядно это продемонстрировано на примере использования «Интернета вещей» в медицинских целях. При помощи датчиков можно считывать жизненные показатели пациентов и при необходимости своевременно вызвать врача. В промышленности можно установить датчики в оборудование, которые будут отслеживать его работу и при сбоях отправлять запрос на ремонт. А при помощи полученных данных с этого датчика можно проанализировать работу оборудования.

Еще одним преимуществом, в особенности для бизнеса, является то, что переход к введению бизнеса при помощи «Интернета вещей» не требует полной замены имеющихся устройств и оборудования, которое будут подключать к облаку. Данная система требует серьезных капитальных вложений на первых этапах внедрения, но способна снизить издержки предприятия в долгосрочной перспективе.

Для полной картины работы «Интернета вещей» необходимо также рассмотреть недостатки данного подхода.

Одним из ключевых недостатков является безопасность IoT. Ряд проблем препятствует обеспечению безопасности устройств «Интернета вещей. Поскольку идея сетевых устройств и других объектов является относительно новой, безопасность не всегда считается главным приоритетом на этапе разработки продукта. Поскольку «Интернет вещей» – это зарождающийся рынок, многие разработчики и производители продуктов больше заинтересованы в том, чтобы быстро выводить свои продукты на рынок, а не предпринимать необходимые шаги для обеспечения безопасности с самого начального этапа. Также устройства часто ограничены в ресурсах, то есть не содержат достаточных вычислительных мощностей, необходимых для обеспечения строгой безопасности. Использование устаревших решений, не предназначенных для подключения к «Интернету вещей», является еще одной проблемой безопасности.

Также значительным недостатком может стать необходимость серьезных вложений. Не все предприниматели готовы перейти к данному введению бизнеса, так как считают его окупаемость достаточно низкой и рискованной.

Не стоит также забывать, что предприятиям для их функционирования необходимо придерживаться законов и стандартов. В случае с «Интернетом вещей» мы имеем затруднения, так как нет единой согласованной структуры, которая обеспечивала бы совместимость протоколов. Разнообразие этих стандартов затрудняет не только защиту систем, но и обеспечение взаимодействия между ними.

Подводя итоги можно сказать, что IoT развивается стремительными темпами. Учитывая рост подключенных устройств и рост интереса к «Интернету вещей» со стороны общества, а также различных компаний, можно сказать, что «Интернет вещей» становится неотъемлемой частью нашего мира. Умные дома, трансформация и автоматизация различных сфер приводят к созданию умного мира, который раньше тяжело было представить.

Автоматическое выделение параметрической и фактографической информации на основе метода обобщенных синтагм

Ревина В.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хорошилов А.А.
МАИ, Москва
lerkovic96@ya.ru

В современном мире можно найти практически любую информацию, представленную в открытом доступе. Поскольку такие сведения обычно не структурированы, только использование современных моделей и методов извлечения информации из текстов помогает решить ряд задач, связанных с формализацией и обеспечением доступа к интересующей информации пользователей. Понятие «извлечение информации» является задачей автоматического построения структурированных данных из неструктурированных или слабоструктурированных текстов. Оно относится к разновидности информационного поиска, связанного с обработкой текста на естественном языке.

В связи с возникшей необходимостью обрабатывать массовое количество информации актуальным является разработка таких моделей и методов, а также усовершенствование уже существующих, которые с использованием машинного обучения позволят получать на выходе необходимую для пользователя обработанную фактографическую и параметрическую информацию. Под фактом понимают явление, событие, понятие, которое извлекается из текста, и представляет интерес для пользователя. Факт может представлять собой слово или множество слов. Многие системы извлечения фактов используют лексико-грамматические шаблоны, содержащие ключевые слова или словосочетания, с которыми сравниваются результаты обработки анализируемого текста.

Объектом исследований в данной работе является возможность использования синтаксической структуры текста, получаемой методами машинного обучения, для задач выявления фактографической информации. В процессе исследований использовались текстовые коллекции, содержащие отраслевые научно-технические данные, включающие в себя значительное количество фактографической и параметрической информации, а также универсальную синтаксическую модель,

подходящую для текстов на различных языках. В основе этой модели лежит следующая гипотеза: одинаковым последовательностям обобщенных символов классов слов (обобщенным синтагмам) должны соответствовать одинаковые синтаксические структуры. При этом предполагалось, что такая модель может быть использована при решении как глобальных, так и частных задач обработки текстовой информации.

Для решения задачи выделения параметрической и фактографической информации используется инструментарий морфологического и синтаксического анализа, а также методы синтаксического анализа. Построение шаблонов и формализация в виде обобщенных синтагм происходит на этапе обработки больших массивов текстов и их фрагментов. С помощью сформированных шаблонов находятся похожие ситуации в иных текстах и их фрагментах в зависимости от начальных требований.

Основной задачей исследования является сокращение времени поиска необходимых сведений путем выявления параметров и фактов-утверждений при анализе научно-технических текстов, конструкторской документации и других документов. В процессе исследования будут автоматически созданы шаблоны, которые позволят находить необходимую информацию в текстах документов.

Смысловое ранжирование для поисковых систем на основе событийно-сущностных онтологий

Ридли М.К.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Сошников Д.В.
МАИ, Москва
litridl@gmail.com

Ежедневно в сети Интернет появляется огромное количество упоминаний о событиях и сущностях реального мира. На сегодняшний день основной способ ориентироваться в происходящем – это полнотекстовый поиск документов по ключевым словам. Существует альтернативный метод, сфокусированный на смысловом поиске – это построение событийно-сущностных онтологий на основе концептуализации неструктурированных текстовых данных[1]. В этом методе при индексировании документов из них выделяются упоминания сущностей и связывающих их событий вместе с пространственно-временным контекстом, а затем на базе этих упоминаний восстанавливаются канонические сущности и события: считается, что одному реальному событию может соответствовать множество описывающих его упоминаний (экземпляров события). В результате подобного процесса формируется онтология, описывающая восстановленную по упоминаниям из Интернета картину мира, и пользователь в дальнейшем может с помощью структурированных запросов осуществлять по ней поиск.

Очевидно, что большинство таких упоминаний и событий носят локальный характер и интересны не всем: следовательно, подобные события и их упоминания не должны засорять общую выдачу по тому или иному запросу. В этом случае задача по избеганию пропуска цели наполовину решается пользователем путём формирования запроса к системе, а наполовину решается самой системой, которая должна сортировать выдачу согласно неким метрикам, определяющим важность и значимость её элементов друг относительно друга. Следовательно, встаёт практически значимая задача построения модели ранжирования на базе значимости событий и сущностей в СМИ, социальных сетях и других источниках.

В настоящее время известно большое количество алгоритмов ранжирования для полнотекстового поиска, целью которых является «поднятие» результатов, соответствующих информационной потребности пользователя как можно выше в выдаче. Так или иначе, большинство из них используют идею ссылочного ранжирования, а классическим примером является алгоритм PageRank[2].

К сожалению, подобные алгоритмы нельзя напрямую использовать для поисковых систем на базе событийно-сущностных онтологий, однако основное предположение ссылочного ранжирования остаётся верным: чем больше о чём-то говорят (и чем источники авторитетнее в данной предметной области), тем оно, вероятнее всего, значимее.

В разработанной системе[1] каждой сущности и событию сопоставляет ранг, используемый для ранжирования выдачи по релевантности (релевантность выдачи максимизируется путём вывода сверху события/сущности с максимальным рангом).

При ранжировании по значимости для событий и сущностей (далее – объектов) было решено отталкиваться от следующих предположений:

- Ранг изменяется с появлением новых упоминаний объекта;
- Ранг учитывает выставленные вручную оценки важности конкретных объектов;

• Ранг учитывает количество упоминаний объекта в конкретной категории объектов, а не в целом;
• Ранг учитывает тональность и экспрессивную лексику упоминаний;
• Ранг учитывает совместное упоминание объекта с другими объектами;
• Ранг учитывает достоверность источников;
• Один и тот же источник для разной тематики имеет разную достоверность;
• Достоверность источников должна зависеть от профиля интересов пользователя;
• Ранг учитывает близость упоминаемых объектов (если два объекта близки в пространстве и времени или по иерархии типов, то их ранги будут влиять друг на друга);
• Близость упоминаемых объектов может быть временной (пересекающиеся временные интервалы);
• Влияние рангов близких объектов должно затухать с их удалением, а не быть двоичным;
• Ранг зависит от времени появления упоминания.

Реализованная модель ранжирования разработана таким образом, чтобы учитывать «контекст» события или сущности в реальном мире и отражать его динамичность и изменчивость. Например, это позволяет значимым в конкретный момент времени новостям (чрезвычайные ситуации, военные действия и прочее) перевешивать при ранжировании классически значимые новости (заявления правительства, известные люди и прочее). Это особенно важно для событий, в которых время вхождения сущностей относится к будущему: например, если существует предсказание о том, что некая организация в скором времени обанкротится, то в будущем эти прогнозы будут уточняться обществом и учитываться с большим весом, тем самым с течением времени «сдвигая» момент ожидаемого банкротства на момент, который считается наиболее правдоподобным в текущий момент времени.

Список литературы

1. Кузьмина Н. М., Ридли М. К. Автоматическое построение онтологий предметной области по корпусу текстов // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2018. № 21 (332).

2. Manning C., Raghavan P., Schütze H. Introduction to Information Retrieval. — Cambridge University Press. — ISBN 0-521-86571-9. 2008.

Технологии и разработка системы сбора данных для маркетинговых исследований

Саввин И.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Чернышов Л.Н.
МАИ, Москва
ivansavvin@yandex.ru

Однозначно дать определение понятию «маркетинговые исследования» очень сложно, потому как существует большое количество этих определений, в которых рассматриваются описание многих процессов, без которых маркетинговые исследования не могут быть проведены в принципе. В большинстве случаев наиболее общим среди всех определений процессов являются сбор, обработка и хранение информации.

Стоит также отметить, что маркетинговые исследования представляют собой связующее звено между организацией и конечным пользователем некого продукта (потребителем) посредством информации. Эта информация, в свою очередь, собирается, анализируется и хранится для понимания и выявления проблемных мест маркетинговых кампаний, производимых организацией, а также поиска точек роста и разработки более таргетированных маркетинговых мероприятий. Резюмируя, можно сказать, что маркетинговые исследования являются информационным каналом между внешней средой и компанией, а также являются неотъемлемой частью деятельности отделов маркетинга, несмотря на свою, своего рода, обособленность.

Целью маркетинговых исследований является непрерывный процесс обеспечения необходимой информацией лиц, которые принимают решения в организации. Однако далеко не все лица, принимающие решения, нуждаются в одной и той же информации. Исходя из этого, можно заключить, что цели конкретно взятых проектов и систем маркетинговых исследований должны уточняться с потребителями в соответствии с информационными требованиями.

Переходя от целей МИ к задачам, которые они выполняют, выделяют основные:
• Сбор, хранение, обработка данных
• Анализ, оценка влияния факторов макросреды на операционную деятельность компании
• Анализ потенциала и конкурентоспособности организации
• Анализ конкурентов
• Анализ лояльности потребителей

• Анализ особенностей потребителя и степени удовлетворенности

Результаты проводимых маркетинговых исследований являют собой маркетинговую информацию. Иначе говоря, маркетинговая информация – это цифры, факты, сведения, которые используются в анализе и прогнозировании маркетинговой деятельности.

С распространением и развитием социальных сетей и площадок, компании все чаще прибегают к реализации маркетинговых компаний на популярнейших интернет-площадках / в социальных сетях для привлечения максимального количества потребителей и получения большего дохода. Специфика маркетинговых компаний в интернете выделила процессы получения маркетинговых исследований, проведения кампаний, продвижения брендов и т.д. в отдельную глобальную область – Маркетинг в социальных сетях (SMM).

Как и любая отрасль маркетинга, SMM не лишен маркетинговых исследований, соответственно, и необходимости в хранении и обработке получаемых данных. Современные социальные сети и интернет-площадки позволяют собирать огромное множество показателей пользовательской вовлеченности, на основании которых можно получить более широкую картину правильности маркетинговой стратегии организаций.

Существует достаточно много метрик, позволяющих на основании сырых данных провести анализ маркетинговых кампаний в организации. Однако для адекватной оценки необходимо, чтобы маркетинговые данные были гарантированно корректными, релевантными и актуальными. Для решения этих задач реализуются многие проекты и системы по сбору данных для маркетинговых исследований. Системы могут решать задачи как по сбору информации, так и по вычислению метрик, визуализации данных, прогнозированию и принятию решений.

Вычисление ключевых метрик выполняется на основании сырых данных, получаемых из социальных сетей и интернет-площадок, путем консолидации данных в разрезе по времени и применении к ним определенной логики калькуляции. Одними из важнейших являются следующие метрики:

1. Коэффициент распространения
2. Коэффициент вовлеченности аудитории
3. Охват
4. Коэффициент конверсии или кликабельность
5. Цена клика
6. Количество подписчиков
7. Динамика целевой аудитории: уникальные посетители, подписки, отписки
8. Демографические и географические данные и т.д.

Имея под рукой инструменты по анализу информации, получаемой из разных источников (социальных сетей и интернет-площадок), лица, принимающие решения, будут всегда держать руку на пульсе современного мира. Т.к. конкуренция в любой области ведения бизнеса является неотъемлемой частью стратегии любой организации, то анализ информации о потребителях является критически важным для компаний. С появлением современных технологий и методов работы с маркетинговой информацией, позволяющей проводить более таргетированные маркетинговые компании, становится очевидной необходимость использования современных информационных систем по сбору и хранению «сырых данных». Эти сырые данные являются самым ценным источником информации для маркетологов, т.к. умея работать с этими данными и правильно их применяя, маркетологи могут более детально подходить к каждой маркетинговой компании в рамках единой организационной стратегии.

Исследование информационной безопасности компьютерных систем и разработка методов защиты данных от несанкционированного доступа и копирования

Сайбулаев М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Осипов В.В.
МАИ, Москва
thgodamn@gmail.com

Некомпетентность и невнимательность сотрудников является одной из важнейших причин информационных утечек. Антивирусная система не всегда в силах заблокировать весь спектр атаки. В удачном случае это произойдет, но как правило, антивирусная система – это один из рубежей для злоумышленника.

MITM (англ. Man in the middle — «человек посередине») — Атака посредника, когда злоумышленник тайно ретранслирует и при необходимости изменяет связь между двумя сторонами,

которые считают, что они непосредственно общаются друг с другом. Является методом компрометации канала связи, при котором взломщик, подключившись к каналу между контрагентами, осуществляет вмешательство в протокол передачи, удаляя или искажая информацию.

Данная атака возможна везде, так как она работает со стеком TCP/IP, а он используется в каждом доме и предприятии. Глобальная паутина базируется на данном стеке.

У TCP/IP есть одна особенность, а именно, arp-протокол. ARP (англ. Address Resolution Protocol — протокол определения адреса) — протокол в компьютерных сетях, предназначенный для определения MAC-адреса, имея IP-адрес другого компьютера. Данный протокол является самостоятельным вспомогательным протоколом, работающим поверх канального уровня. С его помощью можно с легкостью перенастроить сеть и присвоить свой адрес MAC-адресу роутера. Такие действия создают атаку "Человек посередине" (MITM – Man in the middle) и является лишь первым шагом к получению несанкционированного доступа.

Но одного Mitm недостаточно, далее из арсенала последует, к примеру, XSS. XSS (англ. Cross-Site Scripting — «межсайтовый скриптинг») — тип атаки на веб-системы, заключающийся во внедрении в выдаваемую веб-системой страницу вредоносного кода (который будет выполнен на компьютере пользователя при открытии им этой страницы) и взаимодействии этого кода с веб-сервером злоумышленника. Является разновидностью атаки «Внедрение кода». Изящный инструмент для проведения данного пентестинга является Beef-XSS.

В результате реализации комбинированной атаки, антивирусные системы в силах предотвратить ее, но скорее всего частично и если пользователь не обратит внимание на уведомление от АС, или что протокол http не использует ssl (https), то несмотря на все меры безопасности, хакеру удастся произвести взлом компьютера.

Подводя итоги, следует, что каждый аспект безопасности крайне важен, ведь наличие одной уязвимости достаточно, для того чтобы получить доступ к какой-либо информации.

Развитие метода помехоустойчивого кодирования для обеспечения надежности информации, хранимой на микросхемах ПЗУ

Салимов Г.Ю.
Научный руководитель — доцент, Тёркин И.М.
АО «ПНИЭИ», Пенза
salimovgorik@mail.ru

Воздействие жестких космических условий предъявляет высокие требования к приборам и системам, используемым в ракетно-космической технике. Подвержены этому воздействию и блоки микросхем ПЗУ, содержащие критически важную информацию. Высокая стоимость радиационностойких элементов вынуждают к поиску более оптимальных решений на микросхемах ПЗУ ниже уровня Space. Поэтому применяются конструктивно-технологические и аппаратно-программные методы обеспечения надежности хранимой информации, к которым также относятся коды, исправляющие ошибки.

В работе исследуется и модифицируется помехоустойчивый код[1] с целью увеличения корректирующей способности. Сильными сторонами данного метода являются:

устойчивость к линейным ошибкам;

простота программной и аппаратной реализации по сравнению известными кодами Рида – Соломона и Боуза – Чоудхури – Хоквенгема;

высокоскоростное кодирование и декодирование.

В ходе проводимых работ удалось повысить корректирующую способность кода, основу которого составляет мажоритарный анализ комбинаций TRM (тройное резервирование), за счет введения дополнительной проверки целостности циклично-избыточным кодом CRC, применения метода максимального правдоподобия к восстанавливаемым комбинациям.

Таким образом, наблюдается улучшение характеристик исправляющей способности битовых и пакетных (импульсных) сбоев, что способствует устойчивости к неблагоприятному воздействию внешних факторов.

Применение такого кодирования не ограничивается космической сферой. Защитные системы TMR используются в медицинском оборудовании, в цифровой обработке сигналов, в системах резервирования критически важной информации, а предложенный способ модификации способствует увеличению стойкости сбоев разного типа, позволяя снизить издержки выпускаемой продукции, за счет экономии средств на приобретение дорогостоящих защищенных микросхем.

Список литературы
1.Способ обработки трехкратно принятых комбинаций: пат. RU2323521C2. Рос. Федерация №2006116411/09; заяв. 12.05.2006; опуб.27.04.2008, Бюл. №12, 14 с. Данилов Б. И., Мялицин В. В, Теркин И. М.
2. Шумилин С. Радиационно-стойкие микросхемы от компании «Миландр» // Компоненты и технологии. – М.: 2015. № 7. С. 76 – 79.
3. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М.: 2007. 1104 с.

Универсальные тензорные FPGA ускорители для свёрточных нейронных сетей

Семенишен А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брехов О.М.
МАИ, Москва
dron.zolberg@yandex.ru

Нейронные сети на текущий момент времени получили большое массовое распространение: смартфоны, IoT(Internet of Things) системы, видео-аналитика и тд. Это характеризует, что все сегодняшние нейронные сети должны производить огромное количество операций, особенно при обучении.

Установленные классы традиционных компьютерных технологий пытались развиваться такими темпами, чтобы обслуживать этот динамичный рынок. Например, NVIDIA адаптировала не только базовую архитектуру и инструменты GPU(graphics processing unit), но и стратегию своего продукта, и ценовое предложение. GPGPU, ранее продававшиеся как наилучшее программно-аппаратное решение для чисел с плавающей запятой двойной точности для графических приложений и приложений, требовательных HPC(high performance computing), теперь занимают большую нишу на рынке глубокого обучения сверточных нейронных сетей (CNN), где поддержка арифметики с половинной точностью имеет решающее значение для успеха. Google, один из самых сильных сторонников искусственного интеллекта, создал собственную аппаратную архитектуру Tensor Processing Unit (TPU), которая тесно связана с фреймворком машинного обучения TensorFlow. Другие лидеры отрасли, в том числе новатор в области гипермасштабирования Microsoft, выбрали FPGA для своей архитектуры искусственного интеллекта «Brainwave» – конвейера устойчивых нейронных сетей, которые обещают обеспечивать результаты в режиме реального времени. Этот выбор, без сомнения, связан с уверенностью, которую они приобрели благодаря весьма успешному использованию FPGA Arria-10 на базе Intel для индексации поисковых запросов Bing.

Одна из особенностей применения FPGA в качестве элементной базы для нейрокомпьютеров является то, что ориентация в исполнении операций конечной нейронной сети показывает: повышение скорости обмена между памятью устройства и параллельными АЛУ (арифметическое логическое устройство) в системе. Так же происходит уменьшение времени операций суммирования весов (то есть основные операции: умножения и накопления) за счет применения набора команд фиксированного типа: регистр – регистр[1]. В реальном времени на одном АЛУ можно решать только простые задачи. Но всё упирается в одну из главных проблем архитектуры фон Неймана: память, разнесенную с текущими блоками обработки. В настоящих нейронах немного другая архитектура: память сама выполняет обработку. В отличие от классических цифровых процессоров, нейронные процессоры представляют собой большое множество параллельно работающих элементарных ячеек – нейронов. При этом сами вычисления оказываются принципиально параллельными и осуществляются в реальном времени [2].

У всех аналогичных решений имеются положительные стороны: ускоренное решение определенных алгоритмов, низкое энергопотребление, низкая стоимость на одно вычисление. Но есть и минусы: высокая стоимость разработки и её низкая скорость, постоянная работа только с одним алгоритмом, либо её долгое реконфигурирование под другой. Уникальность идеи состоит в том, чтобы использовать FPGA под различные архитектуры нейронных сетей в зависимости от требований. Это возможно реализовать за счёт свойств архитектуры FPGA – реконфигурирование. Время перестроения внутренней архитектуры будет ничтожно мало по сравнению с выигрышем времени по вычислению задачи на обновленной архитектуре. К примеру: каждый сверточный блок выполняет 2048 операций за тактовый цикл или ~ 0,5 TOPS в секунду, для устройства Intel Arria 10. 4 таких ядра позволяют запускать Yolo v3 с частотой кадров ~ 8 кадров в секунду при энергопотреблении 35 Вт. Это эквивалентно 57 GOPS/Watt[3]. При переключении на ResNet или AlexNet производительность может упасть значительно. Этот недостаток можно уменьшить, при подстройке аппаратуры под текущую архитектуру сети.

Список литературы
1. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие. Москва, 2012. 113 с.
2. «TrueNorth — процессор нового поколения». 2014. URL: https://habr.com/ru/company/ibm/blog/232645/ (дата обращения 10.01.19)
3. «FPGA Acceleration of Binary Neural Networks». 2019. URL: https://www.nallatech.com/fpga-acceleration-binary-neural-networks/ (дата обращения 18.02.19)

Посткапитализм: начало ресурсо-ориентированной экономики

Семенков М.А.
Научный руководитель — доцент, Горяинов А.В.
МАИ, гор. Москва
geji777@yandex.ru

В настоящий момент ресурсы планеты распределяются слишком неравномерно: 99% всех денег, а значит и ресурсов находятся в руках 1% населения планеты, в то время как миллиарды людей живут в нищете и вынуждены буквально бороться за выживание [1], что неприемлемо для высокоразвитой цивилизации, и ведет к увеличению роста преступности, расслоению общества и классовым войнам.

Система, основанная на деньгах, нуждается в постоянном росте населения и все большем потреблении. В настоящее время люди уже потребили 70% всех мировых ресурсов. Из-за растущего населения и роста потребления земля не успевает восполнять свои запасы. Денежная система никак не учитывает этот факт. Чтобы экономика росла, в следующем году мы должны потребить больше, чем в предыдущем. Ресурсы, буквально переводятся впустую, все товары одноразовые или низкого качества [2], их специально разрабатывают, чтобы они выходили из строя через определенный промежуток времени, это называется "Запланированное устаревание". Например, лампочки, которые рассчитаны на 1000 часов работы. Хотя технология практически вечной лампочки существует более 100 лет, одна из таких лампочек до сих пор горит в пожарной части города Ливермора [3].

За последние 100 лет мы достаточно сильно изменили климат, нам удалось нарушить экологический баланс, который миллионы лет позволял нам комфортно жить. Когда разговор заходит о прибыли, системе нет дела до окружающей среды, воздух и вода загрязняются, леса и животные уничтожаются, а мусорные свалки растут.

Для обеспечения всем необходимым, человечество уже сегодня может заменить почти 80% всех рабочих мест роботами и освободить занятость до двух часов в неделю, но устаревшая система предполагает увеличение рабочих мест и занятости, чтобы экономика росла. Таким образом, люди постоянно должны работать, автоматизация негативно влияет на экономику [4].

Если начинается война, значит кому-то она выгодна. Мы достигли достаточно высокого уровня развития, чтобы не воевать, но власть имущие путем пропаганды оправляют детей бедного и среднего класса на смерть, тем самым зарабатывая баснословные состояния.

Денежная система строится на взаимоисключающих правилах, нарушение которых неизбежны. До 90% всех преступлений совершаются на корыстной почве. В условиях искусственно созданного системой дефицита, ради собственного обогащения люди готовы идти на убийства. Сажая бандитов в тюрьмы, мы не решаем проблему преступности, а просто боремся с симптомами денежной системы. Уберите из системы деньги, и у людей не будет мотивации брать взятки, воровать и убивать.

Основанная на ресурсах экономика построена на принципах изобилия и равного доступа к ресурсам. Благодаря развитию чистых, устойчивых и бесплатных источников энергии можно производить более чем достаточно энергии и ресурсов для поддержания высокого уровня жизни каждого человека на планете. Со временем автоматизированные машины будут разумно управлять земными ресурсами и, в конечном счете, освободят человечество от всех ненужных трудоемких задач. Все мировые ресурсы будут храниться в качестве общего наследия, и все люди будут иметь беспрепятственный доступ к любому ресурсу, товару или продукту без использования денег, кредита, бартерной или какой-либо формы долга или подневольного состояния.

Экономика, основанная на ресурсах, построена на децентрализованной автоматизированной рабочей силе. Искусственный интеллект будет контролировать и распределять мировые ресурсы на основе потребностей человека устойчиво и эффективно. Эта система предназначена для освобождения всего человечества и позволяет людям беспрепятственно преследовать свои цели. Люди могут свободно определять свои собственные пути и имеют право развивать разнообразное и динамичное глобальное общество.

Основанная на ресурсах экономика, разработанная «Проектом Венера», в настоящее время является наиболее хорошо исследованным подходом к управлению пост-дефицитным обществом.

Такая радикальная реструктуризация будет включать переход от системы, основанной на конкуренции, основанной на прибыли, денежно-кредитных операциях, на основе долга и накоплении потребительских товаров, к системе, основанной на сотрудничестве и развитии, беспрепятственном доступе к ресурсам и свободе преследовать личные амбиции. В условиях технологической ресурсо-ориентированной экономики человечество способно обеспечить беспрецедентный уровень жизни для всех и создать динамичное глобальное общество. Однако точный процесс, с помощью которого нынешнее капиталистическое общество может перейти к ресурсной экономике, предсказать сложно.

Информационно-обучающая система с использованием дополненной реальности

Соловьев Ф.А.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
sheldoonn@gmail.com

Актуальной является задача автоматизации управления каталогом и описаниями экспонатов в различных экспозициях и учебных лабораториях, поскольку с увеличением количества экспонатов, изменением их номенклатуры, перестановкой или корректировкой и добавлением описаний возникает необходимость внесения изменений для большого количества записей каталога и обычных карточек описаний.

Способом решения данной задачи является разработка информационно-обучающей системы с использованием дополненной реальности.

Дополненная реальность – это отображение дополнительной информации поверх объектов реального мира на экране устройства при наведении камеры на эти объекты [1]. Объектом дополненной реальности является круглая метка, которая располагается над экспонатом на экране мобильного устройства и является интерактивной. При взаимодействии с данной меткой может быть показан веб-сайт, воспроизведен видеоматериал, отображена более подробная трехмерная модель, показана сравнительная характеристика или диаграммы и т. д.

Чтобы отобразить метку в месте нахождения экспоната, необходимо сначала распознать объект на получаемых от камеры изображениях. Для этого используются сверточные нейронные сети, которые на данный момент являются решением, предоставляющим наиболее точные значения по идентификации объектов. Это связано с тем, что архитектура данного вида сетей была изначально спроектирована для эффективного распознавания образов [2].

Для корректного отображения объекта дополненной реальности – маркера, специализированное программное обеспечение работает в два этапа. Первый заключается в нахождении в кадре ключевых особенностей таких, как углов, краев поверхностей, плоскостей и др. Второй этап заключается в вычислениях координат найденных особенностей [3]. После этого объект дополненной реальности может быть размещен точно над изображением экспоната.

Отличие данного способа реализации информационно-обучающей системы заключается в том, что выбранная программно-аппаратная мобильная платформа поставляется с откалиброванными датчиками инерциальной навигационной системы, благодаря чему упрощается взаимодействие пользователя с системой [4]. В результате разработанная информационно-обучающая система с использованием дополненной реальности позволяет отказаться от дополнительных штриховых меток, кодов, является универсальной, позволяет изменять описание, добавлять новые экспонаты, отображать различные виды информации об экспонатах.

Список литературы

1. Schueffel, P. The Concise Fintech Compendium / P. Schueffel. – Fribourg, Switzerland: School of Management Fribourg, 2017. – 43 p.

2. Сверточные нейронные сети [Электронный ресурс] // Викиконспекты. – Режим доступа: http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Сверточные_нейронные_сети (дата обращения 20.02.2019).

3. State, A. Superior Augmented Reality Registration by Integrating Landmark Tracking and Magnetic Tracking / A. State, G. Hirota, D. T. Chen, W. F. Garrett, M. A. Livingston. – Chapel Hill, NC: SIGGRAPH, 1996. – 10 p.

4. Miesnieks, M. Why is ARKit better than the alternatives? [Электронный ресурс] // M. Miesnieks. – Режим доступа: https://medium.com/6d-ai/why-is-arkit-better-than-the-alternatives-af8871889d6a (дата обращения 20.02.2019).

Внедрение Microsoft SQL Server в ЛВС Ступинского филиала МАИ

Соседова О.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Челпанов А.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
olgasosedova23@rambler.ru

Как известно, компьютеры и программное обеспечение являются неотъемлемой частью учебного процесса в вузах. Студенты в рамках курсовых, выпускных квалификационных работ, при прохождении практик создают базы данных, автоматизированные информационные системы, web-сайты и пр. Эти проекты могут быть развернуты локально на персональных компьютерах лабораторий, но возникает ряд трудностей, связанных с сопровождением, обслуживанием, модернизацией, резервным копированием и восстановлением. Для решения данных проблем внедряется Microsoft SQL Server в ЛВС Ступинского филиала МАИ.

Основными требованиями, предъявленными к проекту были следующие:

• Организовать контроллер домена;
• Установить и настроить Microsoft SQL-сервер;
• Установить и настроить web-сервер IIS;
• Организовать файловый сервер.

В качестве платформы выбрана ОС Microsoft Windows Server 2016. Основой для этого выбора стала программа Imagine корпорации Майкрософт по поддержке технического образования путем предоставления доступа к программному обеспечению Майкрософт для учебных, преподавательских и исследовательских целей.

Для организации сервера были выполнены следующие настройки:

• Добавлены роли сервера «Веб-сервер (IIS)», «Файловые службы и службы хранилища»;
• Настроены перенаправляемые пользователи и квоты дискового пространства;
• Изменена политика паролей, для новых пользователей сети настроен гостевой доступ;
• На этапе тестирования и на случай отказа сервера предусмотрена возможность входа в ОС под локальной учетной записью;
• В рамках курса «Базы данных» для студентов настроен доступ к SQL-серверу с возможностью создавать БД;
• Клиентские части сетевых БД, разработанные студентами, развернуты под управлением IIS и доступны с ПК ЛВС филиала;
• На файловом сервере размещены электронные УМК по различным дисциплинам учебного процесса, книги по информационным технологиям, общие папки для обмена данными.

Внедрение сервера позволило каждому пользователю сети работать под своей учетной записью. Доступ к личным файлам, базам данных, ресурсам сети и учебным материалам возможен только после аутентификации на сервере, что повышает безопасность сети. Централизованное хранилище позволит улучшить резервное копирование и восстановление информации пользователей ЛВС Ступинского филиала МАИ.

Дооборудование стартового комплекса для обеспечения пуска ракеты космического назначения с заменённой головной частью

Сысуев Д.И.
Научный руководитель — к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
Dan-sysuev@yandex.ru

Цель работы – провести исследование проектной деятельности по дооборудованию стартового комплекса для обеспечения пуска ракеты космического назначения с заменённой космической головной частью и выявить проблемные вопросы с этим связанные, а также проложить пути к их решению в рамках проектной деятельности.

Актуальность темы работы заключается в следующем. На данный момент появилась необходимость в применении разгонного блока, спроектированного РКК «Энергия», на одной из перспективных ракет-носителей для обеспечения выведения массы полезной нагрузки гораздо большей, чем обеспечивает уже применяемый разгонный блок. Для этого была развёрнута проектная деятельность, связывающая множество отраслевых предприятий. В ходе ведения проектной деятельности возникает множество проблемных вопросов, требующих решения, и данная научная работа выполняется с целью поиска путей их решения.

Научная ценность и новизна работы заключается в решении прикладных задач в области технических наук, связанных с теорией автоматического управления, а также методами построения локальных компьютерных сетей.

Практическая значимость работы заключается в возможности реального применения решений, полученных в проектной деятельности по дооборудованию стартового комплекса.

Ожидаемые результаты и перспективы дальнейшего применения заключаются в возможности решить задачи, возникшие в ходе проектной деятельности.

Авторский вклад включает подробный анализ технической и нормативной документации по теме работы; приведение развёрнутой классификации системы по теории автоматического управления; применение модели проектирования компьютерных сетей к автоматизированной системе.

Исследование зависимости надежности от архитектуры грид-систем

Тагиров А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блинова Д.В.
УГАТУ, Уфа
airat.tagirov-2009@yandex.ru

Одним из самых перспективных направлениий в ИТ-технологиях на сегодняшний день являются грид-вычисления. Это форма распределенных вычислений, в которых компьютеры, объединенные в кластеры, при помощи сети совместно работают над большими объемами данных.

Одним из ключевых параметров грид-систем является надежность, под которой понимается сохранение работоспособности грид-системы при выходе из строя одного из входящего в нее вычислительного узла. Таким образом, самыми уязвимыми местами такой сети будут мосты и точки сочленения графа, представляющего топологию рассматриваемой грид-системы, так как их удаление повлечет за собой нарушение связности графа и соответственно к «падению» сети [Л].

Обычно топологией грид-системы является смешанная структура, которая включает в себя такие базовые архитектуры, как «звезда», «полносвязная», «кольцевая» и «линейная». Это связано с тем, что, как было сказано выше, грид-системы состоят из объединенных гетерогенных кластеров, которые имеют собственную структуру.

Исходя из этого, одной из задач, ведущих к повышению надежности грид-систем, является декомпозиция смешанной грид-архитектуры на базовые разными способами и нахождение среди них наиболее надежной.

Например, если рассматривается граф, состоящий из восьми узлов, 4 из которых имеют одну связь с соседним узлом, 3 имеют две связи, и 1 имеет 4 связи, то его можно разбить несколькими способами:

1) «линейная», включающая 5 узлов и «звезда», состоящая из 4 узлов, уязвимое место – точка сочленения между составными топологиями, «центр звезды»;

2) «линейная», состоящая из 4 узлов, и «звезда», включающая также 4 узла, уязвимое место – мост между этими топологиями;

3) «линейная», включающая 4 узла, и «звезда», состоящая из 5 узлов, уязвимое место – один из «лучей звезды», который является точкой сочленения с «линейной».

Так как общая надежность грид-системы зависит от каждого из ее компонентов, то она будет вычисляться как произведение надежностей элементов, на которые она была декомпозирована.

В итоге можно сказать, что задача декомпозиции грид-систем для повышения надежности является актуальной и требует дальнейшего изучения.

Литература

Тимофеев А. В., Димитриченко Д. П. Многокритериальная оценка сетевых топологических структур для моделирования и проектирования GRID-систем. // Труды СПИИРАН. Вып. № 10. – СПб.: Наука, 2008. С. 72–77.

Биометрическая система распознавания лиц для повышения пропускной способности современного аэропорта и повышения качества обслуживания пассажиров за счёт мониторинга их местоположения

Ташпиков В.И., Колесников А.П.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Надейкина Л.А.
МГТУ ГА, Москва
agawaerondae@gmail.com

В настоящее время основными недостатками обслуживания пассажиров в аэропорту являются:
длительность прохождения регистрации пассажиром в аэропорту;
отсутствие поддержки авиапассажира, опаздывающего на посадку.

Целью данной работы является повышение качества обслуживания пассажиров за счёт уменьшения времени прохождения пассажиром регистрации и предоставление сервиса оповещения опаздывающих на посадку авиапассажиров.

Была разработана система получения биометрических данных с согласия авиапассажиров (посредством фотографирования или сканирования паспортных данных), которые используются для того, чтобы в реальном времени с видеопотока видеокамер контролировать местонахождение пассажиров.

В том случае, если пассажир опаздывает, система с помощью нейросети определяет его местонахождение, передает всю необходимую информацию о пассажире (его ФИО, фотография, местонахождение, номер рейса) вместе с заданием на его сопровождение до стадии посадки на рейс ответственному сотруднику.

Сотрудник находит опаздывающего пассажира, сопровождает до посадки на рейс и после извещает через специальное приложение соответствующий модуль.

Система выполняет следующие функции:

• Получение дескрипторов лица пассажира и запись их в базу данных в момент регистрации на рейс.

• Конфигурация зон и камер, прикрепленных к этим зонам.

• Определение местонахождения, потерявшегося в аэропорту, пассажира (по запросу оператора информационной службы).

• Определение в реальном времени местонахождения пассажиров, прошедших регистрацию на рейс.

• Выбор наиболее подходящего по критерию наименьшего расстояния от опаздывающего пассажира ответственного сотрудника.

• Оповещение ответственного сотрудника об опаздывающих пассажирах.

Система состоит из следующих модулей:

Модуль регистрации принимает на обработку скан паспорта пассажира, с помощью нейронной сети dlib извлекает дескриптор лица, посредством нейросети tesseract извлекает ФИО.

Модуль оповещений реализует паттерн проектирования “Наблюдатель”.

Модуль мониторинга анализирует видеопоток, анализ заключается в поиске лиц, взятие дескрипторов лиц и сравнение этих дескрипторов с дескрипторами из базы данных, где лежат только зарегистрированные пассажиры.

Интерфейс мобильного устройства необходим для того, чтобы реализовать взаимодействие ответственного сотрудника аэропорта с системой мониторинга.

Интерфейс оператора информационной службы служит для того, чтобы найти потерявшегося в аэропорту пассажира(например ребёнка).

Интерфейс администратора необходим для начальной настройки системы(видеопотоки с видеорегистраторов, название зон, среднее время от зоны до посадки и т.п.).

Анализ литературы и исследований показал что аналогов подобной информационной системы нет.

Подсистема управления питанием экипажа пилотируемого космического аппарата

Трохимчук Е.В.
Научный руководитель — Власов И.В.
МАИ, Москва
skywalker9797@gmail.com

При осуществлении космических полетов проблема питания экипажа становится одной из наиболее важных для решения задачи сохранения здоровья и работоспособности космонавтов в условиях длительного воздействия невесомости и радиации, а также нахождении в замкнутом пространстве в условиях, опасных для жизни.

Качественное питание во многом позволяет значительно снизить психические проблемы таких полетов для экипажей, а также купировать большинство проблем с обменом веществ, выводом микроэлементов из организма и др.

Обычный подход к питанию космонавтов, практикуемый в настоящее время, заключается в формировании меню экипажей диетологами с учетом особенностей вкуса и обмена веществ конкретных людей.Однако, как известно из опыта проведения подобных полетов, у космонавтов в процессе полета меняется не только состав крови, костных и мягких тканей, но и вкусовые пристрастия. Причем в случае не многомесячных, а многолетних полетов необходимо корректировать меню с учетом изменений медицинских параметров и вкусов экипажей исходя из ограниченного, неизменяемого набора продуктов, имеющегося на борту межпланетного корабля. Для решения этой проблемы автором статьи была разработана автоматизированная система формирования персонального меню члена экипажа в длительном космическом полете исходя из его медицинских показателей и фиксированного набора продуктов, имеющегося на борту пилотируемого межпланетного КА или внеземной базы.

Можно формализовать постановку задачи следующим образом: требуется разработать такую систему управления питанием членов экипажа в особо длительном космическом полете, которая бы удовлетворяла не только медицинским требованиям врачей-диетологов, но и вкусовым предпочтениям членов экипажа, используя некоторую систему ограничений.

При проведении анализа предметной области были получены следующие данные.

Для соблюдения правильного («здорового») питания членам экипажа необходимо руководствоваться следующими принципами:

• Сбалансированность питания

• Минимально допустимая продолжительность термической обработки продуктов

• Максимальные ограничения в использовании «вредных» продуктов.

• Соблюдение меры в еде: среднестатистическому человеку для нормального самочувствия нужно примерно 2000 ккал в день. Однако этот показатель может различаться у разных людей.

• Соблюдение режима питания

Принципы «правильного» формирования меню:

Правильное питание и здоровая еда подразумевают регулярность, нужное количество и соотношение поступающих в организм веществ: воды, белков, жиров, витаминов, углеводов, минеральных веществ.

По причине некорректного питания у человека могут развиваться самые разные болезни:

• Расстройства в работе пищеварительного тракта;

• Нарушения метаболизма;

• Аллергические реакции;

• Проблемы с сердечно-сосудистой системой;

• Ухудшение состояния костно-мышечной и нервной системы и другие недуги.

Тогда, исходя из результатов приведенного выше анализа поставленной задачи, можно сформулировать следующие требования к разрабатываемой АС:

• Базы данных:

Экипажа

Продуктов питания

Диетических столов

Анкеты членов экипажа

• Анкета, для получения более подробных данных о вкусах и предпочтениях членов экипажа

• Расчет меню на основе полученных данных

• Возможность экспертного режима, для внесения поправок в различные базы данных

• Простой и понятный интерфейс

• Четкую структурированность данных

Концептуальную функциональность разрабатываемой АС можно сформулировать следующим образом.

Подсистема с подключаемой базой данных, возможностью заполнения анкеты для членов экипажа, на основе которой экспертом(диетологом) будет сформировано для них собственное меню, ориентируясь на предпочтения и противопоказания врачей. Таким образом, экипаж летательного аппарата сможет просматривать назначенное себе питание, видеть информацию по калорийности пищи на день и составы продуктов. Эксперты, в свою очередь, смогут добавлять записи в различные базы данных, изменять и удалять их по мере необходимости.

Ожидается, что преимуществами разрабатываемой АС по сравнению применяемыми в настоящее время будут следующие аспекты:

1. Простота системы. Предельно понятный интерфейс и фокусировка только на самом главном.
2. Система как для членов экипажа, так и для диетологов/экспертов, которые составляют меню.
3. Расчет меню исходя из множества критериев (заболеваний, аллергия на продукты, ит.п.).
4. Запуск и работа на любых машинах.
5. Возможность корректировки меню в процессе полета.

Итак, благодаря наличию такой системы, можно будет быстро и без проблем составлять меню, причем не только для экипажей космических кораблей, но также и для гражданской авиации.

Я считаю, что создание такой системы жизненно необходимо, так как авиационная и аэрокосмическая промышленность развиваются крайне быстро и нужны интеллектуальные системы во всех возможных сферах.

Разработка программы «Алгебраические преобразования матриц» на Python

Тугушева Д.Р., Носов М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Челпанов А.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
DianaTugusheva3004@gmail.com

Матрицы и операции над ними широко применяются в различных областях современной науки. Известные программы и матричные калькуляторы в сети Интернет не обеспечивают в полной мере удобство использования при выполнении алгебраических операций над матрицами, особенно, если данных достаточно много. Для того чтобы сократить время на выполнение поставленных задач нами ведется разработка программы на языке Python.

Программа реализуется с помощью библиотеки Pandas дистрибутива Anaconda в среде разработки с открытым исходным кодом Jupyter Notebook. Программная библиотека Pandas позволила решить задачи импорта/экспорта данных в формате Microsoft Excel, а также с выводом результатов операций и их записью в файлы с расширением *.xlsx.

Разработанный код обеспечивает выполнение следующих операций над матрицами: умножение матрицы на число, сложение, вычитание, умножение, возведение в степень, транспонирование матриц, вычисление определителя, ранга, построение минора, нахождение обратной матрицы, сравнение матриц, удаление строк/столбцов, вывод на экран, чтение/запись xlsx-файлов. Также в программе возможно генерирование единичной матрицы, матриц, состоящих из нулей или единиц, случайных чисел заданного диапазона. Для удобства изучения и сопровождения программы код разделен на функциональные блоки, соответствующие операциям с матрицами, исходный код пояснен комментариями. На данный момент реализован интерфейс командной строки, планируется разработка графического пользовательского интерфейса. Особенностью разработанного программного обеспечения является реализация ввода/вывода данных в файлы формата Microsoft Excel, что снижает нагрузку на пользователя при работе с большими матрицами, повторном их использовании, а также позволяет без лишних затрат переносить данные в текстовые редакторы.

Разработанное ПО планируется использовать при изучении отдельных разделов дисциплин «Линейная алгебра», «Информатика», «Компьютерная графика», «Алгоритмические языки и программирование», «Теория принятия решений».

Выбор инструмента для распознавания показаний артериального давления автоматических дисплеев тонометров

Туйгунов А.З.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Насыров Р.В.
УГАТУ, Уфа
nequeyjd2009@yandex.ru

Регулярное измерение таких параметров, как артериальное давление и пульс помогает оценить состояние сердечно-сосудистой системы. Для квазипостоянного мониторинга нужна фиксация измеренных показаний [2]. Так как у большинства населения накопилось большое количество автоматических тонометров, которые не имеют каналов связи с персональным компьютером, возникла проблема унаследованных систем (legacy problem). Поскольку заменить все множество устройств за короткое время невозможно, то существует вариант решения – система считывания показаний с дисплея тонометра с последующим их распознаванием и хранением в электронном виде.

Для реализации системы необходимо использовать соответствующие библиотеки по распознаванию образов. Сравним такие библиотеки, как OpenCV, Tensorflow и TesseractOCR.

OpenCV – это библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом. Эта библиотека включает в себя различные алгоритмы компьютерного зрения, распознавания изображения и многое другое. Из плюсов данной библиотеки можно отметить то, что она реализована на многих платформах, имеется бесплатный доступ к исходному коду и обладает высокой скоростью распознавания.

TensorFlow – открытая программная библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Google для решения задач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов. Достоинством библиотеки является высокая точность распознавания, недостаток – большие размеры файлов для обучения.

Tesseract OCR – свободная библиотека оптического распознавания текстов. ABBYY FineReader – один из лидеров рынка OCR – программа, реализованная на базе tesseract, предназначенная для распознавания текстов. Главным существенным недостатком библотеки будет являться то, что ей сложно распознать цифры семисегментного индикатора, то есть показания автоматического тонометра [1].

Для обоснования принятия решения по выбору библиотеки приведем метод анализа иерархий [3]. Метод состоит в декомпозиции проблемы на все более простые составляющие части и дальнейшей обработке последовательности суждений на основе парных сравнений. На основании данного метода была выбрана библиотека OpenCV по таким критериям, как размер обучаемой выборки, скорость и точность распознавания.

Таким образом, OpenCV – наиболее подходящий инструмент для поставленной задачи распознавания показаний артериального давления с дисплеев автоматических тонометров.

Список литературы

1. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью Python / Мюллер А. Гвидо С. – Самиздат, 2017. – 393 с.
2. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Моисеев В.С. Мониторирование артериального давления: методические аспекты и клиническое значение / Москва, 1999.
3. Насыров Р.В. Принятие решений на основе метода анализа иерархий к лабораторной работе N5 по курсу «Теория принятия решений»: методические указания ФГБОУ ВПО Уфимск. гос. техн. унив. – Уфа, 2011. 23 с.

Анализ рисков в управлении качеством на производственном предприятии

Фатхинурова И.Ф., Ахметзянова М.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Черняховская Л.Р.
УГАТУ, Уфа
ilyuzafatkhinurova@gmail.com

В данной статье рассматривается проблема анализа рисков на производственном предприятии Благовещенский арматурный завод. Целью исследований является анализ и оценка риска несоответствия качества продукции.

Благовещенский арматурный завод – один из основных производителей трубопроводной арматуры с полным циклом производства, начиная от производства заготовок до сборки, испытаний, контроля качества и отгрузки готовой продукции потребителю. Завод производит широкий спектр трубопроводной арматуры – клапаны предохранительные пружинные, устройства переключающие, блоки предохранительных клапанов с переключающими устройствами, задвижки.

В процессе производства возможно возникновение неблагоприятных событий, характеризуемые понятием «ущерб», которых можно оценить количественно. Риск определяется частотой возникновения неблагоприятных событий.

При анализе контрольных результатов было выявлено несоответствие продукции требуемому качеству. В выделенном подразделении на основе сбора данных необходимо оценить частоту возникновения неблагоприятных событий.

По полученным операционным результатам объем производства трубопроводной арматуры в 2013 году составил 7,0 тыс.т, в 2014 г. – 6,4 тыс.т, в 2015 г. – 6,7 тыс.т, 2016 г. – 5,0 тыс.т, в 2017 г. – 4,9 тыс.т. [2]

Снижение производства в Благовещенском арматурном заводе в 2017 году вызвано усилением давления на российский рынок поставщиков китайской продукции.

Вывод. Таким образом проведен анализ данных качества входной продукции. Неблагоприятные события риск-факторов поставщика могут привести не только к снижению объемов продукции, но и увеличению общих издержек предприятия. Для решения данной проблемы предлагается сформулировать мероприятия по снижению рисков.

В данном случае целесообразно использовать программы развития поставщиков, а именно:

• предприятию посещать поставщика представителями компании для оказания помощи в увеличении производительности и результативности;

• мспользовать нескольких местных поставщиков [3].

Список литературы

1. ГОСТ 9001:2015

2. ОМК. Годовой отчет 2017.

3.Феофанов А.Н., Турапин М.В. Актуальные подходы к управлению риском поставщика. Текст научной статьи по специальности «Экономика и экономические науки».

Анализ перспектив использования искусственных нейронных сетей в криптографии

Федоров Д.И.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брехов О.М.

МАИ, Москва

fedorov688@mail.ru

Классический стандарт шифрования данных, например, DES, был основой на протяжении более 15 лет. Тем не менее со временем была показана его уязвимость для атак грубой силы, дифференциального и линейного криптоанализа. В связи с необходимостью разработки нового стандарта шифрования, среди нескольких блочных шифров был проведен конкурс Advanced Encryption Standard между кандидатами MARS, RC6, Rijndael, Serpent и др.

Ключевая концепция, используемая во многих из вышеупомянутых шифров – наличие расписания назначения (изменения) ключей. Данный подход является уязвимым для статистической основы криптоанализа, такого как дифференциальный и линейный.

В данной работе проводится анализ возможности использования искусственных нейронных сетей (ИНС) в качестве математической основы для создания новых методов криптографической защиты информации. Предпосылкой к этому является особенность ИНС обучаться, адаптироваться, способность обобщения и кластерной организации данных.

Например, алгоритмы хеширования, основанные на применении ИНС могут быть легко отрегулированы, чтобы произвести переменное число выходных бит. Дополнительным преимуществом является аппаратная реализуемость алгоритмов ИНС, что позволяет увеличить скорость шифрования и дешифрования данных. Одной из основных проблем, мешающих продвижению нейросетевых методов шифрования, является плохая изученность вопросов их криптостойкости, что делает актуальной задачу исследования характерных особенностей и поиска уязвимостей нейросетевых криптографических алгоритмов [1].

В ряде исследований делались попытки приложения нейронных сетей к задачам криптографии. Йи и Да Силва [2] предложили для создания ключа использовать многослойный персептрон (MLP), который использует видоизменённый алгоритм, включающий модульную арифметику и шифр Фейстеля. Длина ключа в методе фиксирована. Они также предложили алгоритм с открытым ключом, основанный на многослойном персептроне [2]. Мелетиу и др. [3] предложили использовать нейронные сети прямого распространения для вычисления функции Эйлера в криптосистеме RSA. Кинцель и Кантер [4] предложили и аналитически исследовали нейронную криптографическую схему, основанную на совместном обучении двух паритетных ИНС прямого распространения с дискретными и аналоговыми весами. Утверждается, что процесс синхронизации не самоусредняемый и аналитическое решение основывается на случайных вспомогательных переменных. Время обучения злоумышленника, который пытается подражать одной из сетей, было рассмотрено аналитически и, как сообщается, оно гораздо больше, чем время синхронизации. Климов и др. [5] показали, что протокол Кинцеля может быть взломан геометрической, вероятностной и генетической атакой и, исходя из этого, не является полностью безопасным. Каррас и Зоркадис предложили конструкцию устойчивых генераторов случайных чисел, основанных на MLP-сетях, которые можно использовать в механизмах обеспечения безопасности.

Насколько известно, криптография, основанная на ИНС является первым алгоритмом генерации ключей по общедоступным каналам, не основанным на теории чисел. Она имеет ряд преимуществ по

сравнению с известными протоколами: это быстрое и простое создание нового ключа, который может быть использован для каждого сообщения и никакая информации не сохраняется постоянно.

Было найдено, что предложенные методы могут гибко скорректировать секретный ключ и длину сообщения, чтобы выполнить различные требования к производительности. Кроме того, возможность параллельных вычислений может удовлетворить высокоэффективным требованиям шифрования данных, например таким, как безопасная передача файлов «точка-точка» между шлюзами.

На основании вышесказанного можно заключить, что криптография, основанная на алгоритмах ИНС имеет большие перспективы по применяемости в реальных задачах, но требует всестороннего исследования и доработки текущих концепций.

Список литературы

1. Гридин В.Н., Солодовников В.И. Исследование вопросов криптостойкости и методов криптоанализа нейросетевого алгоритма симметричного шифрования // Известия ЮФУ. Технические науки. Раздел III. Методы адаптации и нейросетевые алгоритмы. 2016. С. 114–122.

2. Yee L., De Silva C. Application of MultiLayer Perceptron Networks in Symmetric Block Ciphers, Application of MultiLayer Perceptron Networks in Public Key Cryptography // Proceedings of the 2002 International Joint Conference on Neural Networks. 2002. V.2. P.1455-1458, P.1439-1443.

3. Meletiou G.C., Tasoulis D.K., Vrahatis M.N. A first study of the neural network approach in the RSA cryptosystem // In Proc. 7Th IASTED International Conference Artificial Intelligence and Soft Computing. 2002. P 1-6.

4. Kinzel W., Kanter I. Neural cryptography // Proceedings of the 9th International Conference on Neural Information Processing. – 2002. – V. 3. P. 1351-1354.

5. Klimov A., Mityaguine A., and Shamir A. Analysis of Neural Cryptography // In Proceedings of the AsiaCrypt. 2002. P. 288-298.

Исследование программных генераторов двоичных псевдослучайных последовательностей в системах сбора и обработки информации

Хачикова Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гусаров А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
n96-khachikova@mail.ru

В современных системах сбора и обработки информации используются случайные и псевдослучайные двоичные последовательности. Для их генерации используются аппаратные и программные генераторы последовательностей двоичных чисел.

Программные генераторы двоичных последовательностей выполняют генерацию двоичной последовательности по какому-либо алгоритму. Поэтому двоичные последовательности, генерируемые таким способами, следует обязательно проверять на случайность, т.к. фактически они являются псевдослучайными из-за наличия фиксированного (хотя и очень большого) периода повторяемости. Вследствие этого такие генераторы фактически являются генераторами псевдослучайных чисел (ГПСЧ). Несмотря на недостатки, ГПСЧ позволяют генерировать повторяющиеся псевдослучайные двоичные последовательности. Это бывает необходимо, например, в процессе генерации гаммы шифра на приемном и передающем устройстве в системах засекреченного обмена информацией [1].

Существуют различные методы построения ГПСЧ, например, на основе криптографической функции [2]. При использовании данного метода энтропия обеспечивается применяемой криптографической функцией. Отечественный стандарт ГОСТ 28147–89 [2] формирует псевдослучайную двоичную последовательность длиной 64 бита. Для получения синхропосылки этого достаточно, а для получения ключа длиной 256 бит – нет. При генерации ключа для криптографического алгоритма ГОСТ 28147–89 результирующий ключ формируется из четырех псевдослучайных чисел длиной 64 бита. Каждое из этих псевдослучайных чисел может удовлетворять качественным требованиям, предъявляемым к случайной последовательности из 64 битов, но ключ, составленный из четырех таких качественных последовательностей, может и не удовлетворять этим требованиям. При этом существует 4! = =24 различных вариантов составления 256-битного ключа из 64-битной псевдослучайной последовательности.

В связи с этим возникает задача исследования процесса генерации ключей в виде последовательности из 256 бит на основе ГПСЧ, генерирующего 64-битные псевдослучайные двоичные последовательности. Она решается с использованием программ, разработанных на кафедре вычислительных систем РГАТУ имени П. А. Соловьева и используемых в лабораторном практикуме

по дисциплине «Защиты информации» для генерации и анализа псевдослучайных двоичных последовательностей. Кроме того, разрабатываются новые программы для генерации псевдослучайных двоичных последовательностей и их анализа.

На основании результатов первого этапа исследования сделан вывод о том, что наилучшее качество генерации ключей обеспечивают алгоритм в соответствии со стандартом ANSI X9.17 и алгоритм вычисления 64-битной гаммы шифра в соответствии со стандартом ГОСТ 28147–89.

Следующий этап исследований, который проводятся в настоящее время, имеет целью выяснить, как влияет порядок следования процессов генерации 64-битных двоичных псевдослучайных последовательностей с использованием этих алгоритмов на результат «склеивания» 256-битного ключа из четырех 64-битных последовательностей. Кроме того, исследуется влияние дополнительных логических операций с исходными 64-битными псевдослучайными двоичными последовательностями на процесс «склеивания» 256-битного ключа из четырех 64-битных последовательностей.

Список литературы

1. Романец Ю. В., Тимофеев П. А., Шаньгин В. Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Под ред. В. Ф. Шаньгина: 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2001. – 376 с.: ил.

2. ГОСТ 28147–89. Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования. Введ. 01.07.1990. Переиздание. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 26 с.

Методы обеспечения безопасности в IoT

Цап Т.В., Базарова А.А.
РГГМУ, Санкт-Петербург
tanya_tcap@mail.ru

IoT решения могут быть представлены как отдельными устройствами, так и совокупностями этих устройств, образующих технологическую экосистему. Одной из важных составляющих обеспечения защиты в IoT является анализ и выявление наиболее универсальных и эффективных методов борьбы с возникающими угрозами.

Рассмотрено понятие ИБ в целом, а также ИБ в IoT. Понятие ИБ в IoT базируется на общем определении ИБ с тем отличаем, что это определение формируется с точки зрения IoT технологий [2]. Рассмотрена концепция и специфика IoT-решений. Рассмотрены секторы внедрения Интернет вещей и сферы применения IoT. Приведена статистика, отображающая количество людей, использующих IoT-устройства в разные годы.

Разработана эталонная модель IoT, которая включает в себя четыре уровня: уровень приложения, уровень поддержки, услуг и поддержки приложений, уровень сети, уровень устройства [1]. Проведён анализ наиболее распространенных угроз на каждом уровне эталонной модели, которые не позволяют устройству эффективно функционировать [3]. Рассмотрены наиболее часто используемые методы для нарушения защищенности в IoT.

Выявлены наиболее эффективные способы решения вопроса обеспечения ИБ в IoT для всех уровней модели. Приведены технологии, позволяющие абстрагировать программную и аппаратную части решений друг от друга и виртуализировать процессы, происходящие внутри оконечных устройств и сетевых шлюзов IoT решений(Always Connected PC и технология “тонкого” клиента). Рассмотрен спектр применений IoT в случае использования эффективных способов защиты. Рассмотрена технология интеллектуального анализа данных.

Решение проблем обеспечения ИБ позволит, с одной стороны, повысить доверие потребителей к IoT, а с другой стороны, существенно снизить риски несанкционированного или нежелательного извлечения информации путем применения технологий интеллектуального анализа данных.

Список литературы

1. Обзор интернета вещей. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://docplayer.ru/28099630-M-e-zh-d-u-n-a-r-o-d-n-y-y-s-o-yu-z-e-l-e-k-t-r-o-s-v-ya-z-i.html (дата обращения: 22.02.2019)

2. Доктрина информационной безопасности РФ. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://rg.ru/2016/12/06/doktrina-infobezobasnost-site-dok.html (дата обращения: 22.02.2019)

3. Интернет вещей (IoT): возможности и потенциальные угрозы безопасности. [Электронный ресурс] – режим доступа: http://tssonline.ru/articles2/fix-op/internet-veschey-iot-vozmozhnosti-i-potentsialnye-ugrozy-bezopasnosti/ (дата обращения: 22.02.2019)

Разработка модели прогнозов логистической сети

Чебенева Е.А.
Научный руководитель — Гаврилов Е.С.
МАИ, Москва
ekaterina.chebeneva@mail.ru

Прогнозирование количества приходящих объемов позволяет сократить эксплуатационные расходы, обеспечивая при этом уровень обслуживания для поставщика логистических услуг. Таким образом, актуальность темы работы определяется тем, что в настоящее время исследования по прогнозированию спроса логистической сети могут быть полезны для сокращения времени доставки. В работе будет проведен анализ для конкретной логистической компании. В литературе редко встречаются исследования о прогнозировании спроса в логистическом (транспортном) секторе на уровне компаний. Существуют некоторые исследования об общих логистических потоках, но они сосредоточены на общих объемах сектора.

Основная цель работы – построить модель предсказаний для логистической сети. Для достижения поставленной цели нам необходимо решить следующие задачи: изучить составляющие факторы временных рядов; рассмотреть существующие методы прогнозирования временных рядов, выделить особенности данных моделей; выбрать метрики для оценивания результатов прогноза.

Каждое значение временного ряда образуется под воздействием некоторых факторов, которые можно подразделить на три группы: факторы, которые формируют тенденцию ряда; факторы, формирующие циклические (сезонные) колебания ряда; случайные факторы (шум). Задача прогнозирования заключается в выявлении данных факторов, минимизации их эффекта и построении модели, которая наилучшим образом описывает временной ряд. В результате будет получена модель "чистого" временного ряда, из которого удалены влияние тренда, цикличности, сезонности, автокорреляции.

Существуют различные модели прогнозирования временных рядов. В работе рассмотрены модели ARMA, ARIMA, SARIMAX, ключевыми особенностями которых являются приведение временного ряда к стационарному различными методами и нахождение оптимальных параметров. Также были рассмотрены линейные модели и модель градиентного бустинга, для которых была выполнена генерация новых признаков.

Учитывая особенности логистических сетей, в качестве метрики выбраны Symmetric Mean Absolute Percent Error (SMAPE), Mean Absolute Error (MAE) и коэффициент детерминации. SMAPE является несимметричной оценкой, данная метрика демонстрирует смещение в сторону завышенных прогнозов: завышенные прогнозы приводят к меньшей ошибке, чем заниженные.

Таким образом, для выбора модели прогнозирования были получены предсказания различными способами, учитывая проведенный анализ логистической сети и выполнен выбор наилучшей модели, основываясь на выбранных метриках. В дальнейшем, самый эффективный метод прогнозирования временных рядов будет использоваться в логистической компании.

Список литературы

1. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003. 416 с: ил.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов прогноз и управление / Под ред. В.Ф. Писаренко. – М.: Мир, 1974.
3. Канторович Г.Г. Анализ временных рядов. Лекционные и методические материалы. – М.: Экономический журнал ВШЭ, 2002. 129 с.

Виртуальная реальность как среда программирования

Черняков И.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Гагарин А.П.
МАИ, Москва
iva1112@mail.ru

В современном мире широко распространены гарнитуры виртуальной реальности наподобие HTC Vive. Они позволяют попадать в виртуальный мир, в котором можно оглядываться, взаимодействовать с объектами, как и в реальном мире. Это открыло большие возможности в области видео игр, и эти устройства делаются в первую очередь для развлечений, хотя и в других областях они тоже используются, но меньше. Например, в последнее время наблюдаются попытки

использовать VR в процессах архитектурного и ландшафтного проектирования, для реабилитации после перенесенных заболеваний, для симуляции тренировок (например, для сотрудников полиции).

Для работы был выбран шлем виртуальной реальности HTC Vive. В комплекте имеются два контроллера и два датчика, которые отслеживают любые движения. Объем рабочего пространства ограничивается размером комнаты, а радиус отслеживания в этом пространстве – 360 градусов.

Среда разработки — Unity. В ней имеется много расширений и готовых решений, для того чтобы работа была наиболее продуктивной и не приходилось бы делать какие-то вынужденные вещи, отвлекающие от основной задачи.

Благодаря тому, что в виртуальном пространстве нет таких строгих ограничений, как на обычном экране, открываются новые возможности во взаимодействии с исходным кодом программы. Чтобы определить, действительно ли это дает какие-то преимущества, были проведены эксперименты.

По результатам экспериментов сделаны оценки эффективности и рекомендации по способам применения виртуальной реальности как среды программирования.

Технологии частотного мультиплексирования для систем связи 5G

Шамин В.А.
Научный руководитель — Унру П.П.
ДВФУ, Владивосток
roachggwp@gmail.com

Стремительное развитие информационных технологий влечет к не менее стремительному увеличению объема информации, аккумулируемой, хранимой и циркулирующей между пользователями. В частности, в сотовой связи с ростом числа пользователей и объема трафика постоянно возникает необходимость увеличения пропускной способности сетей, а также более эффективного использования частотного ресурса.

В данной статье рассматриваются наиболее перспективные для использования в сетях мобильной связи пятого поколения технологи частотного мультиплексирования, их преимущества и возможные недостатки перед мультиплексированием с ортогональным частотным разделением с циклическим префиксом (CP-OFDM/OFDM), которое широко используется в рамках существующего стандарта четвертого поколения.

Прежде всего, следует упомянуть о недостатках OFDM:

• Необходимость строгой синхронизации по времени и частоте;
• Чувствительность к эффекту Доплера;
• Высокий пик фактор;
• Широкая полоса частот, в которой наблюдаются побочные искажения выше заданного уровня.

Технологии, рассмотренные в данной статье призваны в той или иной степени побороться с этими проблемами.

Одной из таких технологий является мультиплексирование с использованием банка фильтров (FBMC).

Эта технология предполагает, что обратное быстрое преобразование Фурье и циклический префикс на передатчике заменены синтезирующим банком фильтров (SFB), а быстрое преобразование Фурье и циклический префикс на приемнике заменены анализирующим банком фильтров (AFB).

В данном случае каждая поднесущая фильтруется индивидуально, таким образом формируя банк фильтров.

Задачей FBMC является повышение спектральной эффективности, а также, как следствие, борьба с доплеровским эффектом. В силу использования большого числа индивидуальных фильтров, данная технология обеспечивает низкий уровень внеполосных излучений, а также не требует применения избыточных циклических префиксов.

Однако следует принять во внимание очень важный нюанс. Использование индивидуального фильтра для каждой поднесущей подразумевает выполнения значительно большего числа вычислений по сравнению с OFDM. Таким образом, вследствие высокой вычислительной сложности FBMC неэффетивна в рамках стандарта 5G.

Более того, применение данной технологии сопровождается высоким пик-фактором, который превышает даже значения при OFDM.

Мультиплексирование с универсальной фильтрацией (UFMC) является компромиссным решением, совмещая в себе достоинства FBMC и приемлемую вычислительную сложность.

Принцип данной технологии заключается в максимизации скорости спада боковых лепестков спектра многочастотного сигнала на выходе блока преобразования Фурье. Для достижения данной цели используются фильтры с конечной импульсной характеристикой, весовые коэффициенты которых соответствуют оконной функции Дольфа-Чебышева. При этом перед фильтрацией полоса частот делится на W подполос, каждая из которых содержит k поднесущих.

Посредствам UFMC достигается выигрыш по занимаемой полосе частот более, чем в 1,5 раза на уровне –40 дБ.

Однако вычислительная сложность все еще достаточно велика. Так, для формирования символа UFMC требуется произвести минимум на четыре порядка больше математических операций, чем для формирования символа OFDM.

Пик-фактор при UFMC ниже, чем у OFDM.

Помимо описанных технологий, существует множество других, которые также были предложены к использованию в сетях пятого поколения:

- Generalized frequency division multiplexing (GFDM);
- Filtered OFDM (f-OFDM);
- Guard interval discrete Fourier transformation spread OFDM (GI DFT-s-OFMD);
- Spectrally precoded OFDM (SP-OFDM);
- Orthogonal time and frequency space (OTFS);
- Low-density spreading OFDM (LDS-OFDM);
- Sparse code multiple access (SCMA);
- Pattern division multiple access (PDMA);
- Building block sparse-constellation based orthogonal multiple access (BOMA);
- Lattice partition multiple access (LPMA).

Тем не менее FBMC и UFMC являются наиболее перспективными.

Трассировка межсоединений печатных плат с помощью Муравьиного алгоритма

Шарафеев И.И.
Научный руководитель — Суздальцев И.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
sharafeev.ilnur@gmail.com

Задача автоматизированной трассировки остается наиболее трудоемкой среди задач проектирования радиоэлектронной аппаратуры. В наше время ни одна система автоматизированного проектирования не может качественно решить эту задачу. Несомненно, в технологии автоматизированной трассировки очевиден прогресс, автоматические программы трассировки позволяют уменьшить трудоемкость, но все же уступают опытному специалисту и при удачном стечении обстоятельств после работы трассировщика будут необходимы значительные коррективы в топологии, которые выполняются вручную, а в худшем случае и вовсе придется повторить процедуру трассировки заново. Как правило, плотность трасс проложенных алгоритмом трассировки значительно меньше, чем проложенных опытным специалистом.

Задача трассировки следующая после задачи размещения. При трассировке печатных плат прокладываются проводники, которые соединяют контактные площадки, входящие в цепи. Как правило, задача трассировки формулируется следующим образом: по схеме соединений элементов проложить проводники таким образом, чтобы реализовать электрические соединения которые соответствуют заранее заданным критериям и ограничениям. Задача трассировки, как правило, проходит в два этапа. На первом этапе предварительно прокладываются соединения всех выводов элементов, согласно принципиальной электрической схеме. Далее, на втором этапе устраняются ошибки, и корректируются трассы, сформированные на первом этапе.

В данной работе, рассматривается алгоритм имитирующий поведение муравьиной колонии при поиске пищи для решения задачи трассировки на первом этапе. Муравьиный алгоритм использует модель поведения муравьев при поиске кратчайшего пути до источника питания. При поиске пути муравей метит свой путь специальным веществом, феромоном, и эта информация используется другими муравьями при построении своего пути. Именно это позволяет алгоритму адаптироваться под новые условия и позволяет находить муравьям новый путь, если старый недоступен. Также феромон имеет свойство испаряться, что позволяет муравьям «забывать» наименее подходящие пути.

Печатная плата представляется в виде графа решетки, из чего и вытекает главная проблема алгоритма, обусловленная тем, что вероятности прохода муравья на ближайшую клетку немногим отличается от вероятности прохода в ближайшую смежную вершину, которая имеет немного

больший вес. Это приводит к сильному искривлению трасс, трассы получаются зигзагообразными и не удовлетворяют ни одному критерию. Конечно же через большое количество итераций путь выравнивается, но этот процесс получается очень ресурсоемким и требует большого количества времени даже для одной цепи, что по моему мнению не допустимо для средства автоматической трассировки.

Во избежание вышеописанной проблемы были введены две модификации муравьиного алгоритма. Во первых, в формулу расчета вероятности перехода был добавлен дополнительный коэффициент который увеличивал бы вероятность перехода по прямой, не сворачивая. Это привело к выравниванию мелких колебаний в трассе, но все же путь остался зигзагообразным, хоть и с меньшим количеством ошибок. Далее была добавлена вторая модификация, коэффициент который искусственно уменьшает расстояние на вершине, которая имеет наименьший вес среди вершин, на которые может перейти муравей на данном этапе. Это дает значительно большую вероятность того, что муравей перейдет на вершину, и позволяет все же выходить из кратчайшего пути, оставляя возможность муравью совершать «нестандартные» ходы. Оба введенные изменения позволили строить трассы, которые удовлетворяют критериям. Конечно же, трассы построенные алгоритмом далеки от идеальных, но ошибки, допущенные в них, легко устраняются на втором этапе задачи трассировки.

Информационная система для исследования результатов эксперимента и методов их обработки

Шуть А.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
doriman.ltd@yandex.ru

Целью работы служит разработка информационной системы с поддержкой современного интерфейса, работающей на большинстве ОС, таких как Windows, Linux, Mac OS.

Объект исследования: процесс проектирования информационной системы, в частности базы данных и взаимодействия данных.

Предмет исследования: экспериментальные данные, полученные в ходе проведения эксперимента деталей авиационной техники.

Методы исследования: метод обработки и хранения информации, поступающих с датчиков при тестировании авиационной техники на земле.

Научная новизна работы заключается в том, что есть необходимость разработки задачи под конкретные цели, в данном случае обработка и хранение данных, полученных с датчиков авиационной техники, тестируемой на земле при разных условиях, для проверки работоспособности и дальнейшего расчета всего необходимого во время полета.

Данная тема является сейчас актуальной в области исследования взаимодействия данных при их обработке в большом количестве. Информационные системы, разработанные ранее, хотя и справляются с нагрузкой, данные, обрабатываемые при этом, не структурированы должным образом.

Многие эксперименты имеют уникальный характер и требуют дорогостоящего оборудования. При этом необходимо максимальное использование полученной информации, извлечение из нее всех возможных выводов с указанием степени доверия к ним, обусловленной методикой проведения эксперимента и используемыми методами обработки.

С появлением датчиков, которые могут использоваться для сбора информации процесс обработки начал постепенно меняться и автоматизироваться, человек в свою очередь уже не сам измеряет показания в авиационной технике, а доверяется данным, полученным при тестировании авиационной техники, испытания перед полетом, а также испытания во время полета. Данные могут анализироваться разные: двигатель, крыло, температура, давление, система управления, шасси. Все это стало возможным благодаря тому, что датчики стали более доступными и дешевыми.

Существуют системы по обработке данных как наземные, так и летные, при наземных испытаниях датчики могут по внешним каналам связи передавать данные непосредственно в саму систему, а при летных испытаниях радиус действия радио модулей достаточно узок и для этого потребовалось бы на борту ставить отдельную систему, которая записывала данные и потом их расшифровывать и обрабатывать на земле. В своей работе за бортовую систему не беремся, а беремся за систему для наземных испытаний.

В работе используются большой поток данных, а чтобы их можно было обработать применим различные методы обработки информации. Для каждого метода разрабатывается своя подпрограмма,

которая взаимодействует с базой данных. Данные хранятся в виде ссылок, именно так программа понимает, какую информацию следует обработать. Примеры методов, применимых в информационной системе:

- Метод средних;
- Метод наименьших квадратов;
- Выборочное среднее;
- Разброс выборки;
- Дисперсия;
- Регрессионное исчисление;
- Корреляция;
- Факторный анализ.

Главной задачей стоит разработка базы данных, которая будет взаимодействовать на кроссплаформе и обрабатывать все возможные варианты поступающих данных, а также анализировать их и выводить нужный результат. Разработанная система ранее рабочая, но у нее оказались недостатки, которые стали заметными уже сейчас при современном методе получения данных. Основной проблемой является то, что у нее устаревший интерфейс, полученные данные не структурируются должным образом и это влияет на работу системы в целом. Задачей и было принято решение исследовав ее, создать аналогичную систему, которая придет взамен старой с обновленным интерфейсом и новыми методами обработки и хранения поступающей информации.

Информационная система должна состоять из нескольких подсистем, выполняющих определенные функции. К ним относятся:

- Подсистема ввода информации;
- Подсистема хранения;
- Подсистема обработки;
- Подсистема вывода данных.

Информационная система, помимо базы данных, в которой непосредственно и будет храниться вся информация, должна иметь графический интерфейс взаимодействия, хранения, обработки и вывода информации. Интерфейс должен быть простым и понятным в функционировании.

Практическая значимость:

- Разработка работоспособной информационной системы, которая будет хранить и обрабатывать большое количество поступающих данных с датчиков;
- Разработка подсистем, работающих слаженно и бесперебойно;
- Разработка запросов, быстро обрабатывающих большое количество данных за короткий срок;
- Внедрение базы данных в большой работающий комплекс по тестированию работы авиационной техники.

Разработка экспертной системы поиска коллокаций в технической документации на электронные средства на основе нейронной сети с использованием генетического алгоритма обучения

Яковлев Д.Р.
Научный руководитель — Суздальцев И.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
denis21.97@mail.ru

В настоящее время актуальной проблемой является автоматическое выявление необходимых словесных конструкций из текстов. Хотя в данное время и существует национальный корпус русского языка, где коллокации можно выявить с помощью статистических методов, но все же некоторые коллокации могут быть обнаружены только с помощью эвристических методов. В данной работе для решения этой задачи используется нейронная сеть, которая обучается с использованием генетического алгоритма.

Целью данной работы является исследование применения генетического алгоритма для настройки нейронной сети экспертной системы поиска коллокаций в технической документации на электронные средства.

Понятие «коллокация» представляет собой два или более слова, где выбор одного из компонентов происходит по смыслу, а выбор другого осуществляется исходя из выбора первого компонента.

Объектом проектирования является нейронная сеть, обучающая экспертную систему по нахождению коллокаций в документации на электронные средства

В качестве исходных данных задачи выступает последовательность слов из текста документации на электронные средства.

Данную задачу удобно формализовать в матричном виде и производить над этими матрицами математические операции с помощью такого инструмента, как нейронная сеть.

Нейронная сеть – это математическая модель, которая построена по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей. Нейронная сеть представляет собой систему из соединенных между собой и взаимодействующих нейронов. Связь между нейронами называют синапсом. Каждые нейрон и синапс имеют свое значение (вес). Также совокупность нескольких нейронов, не соединенных между собой, называют слоем.

На входной слой поступают входные данные, которые каким-либо выбранным способом формализуются, чтобы присвоить их входным нейронам. После этого происходит вычисление суммы произведений для каждого нейрона скрытого слоя, проходит через функцию активации, после этого веса нейронов скрытого слоя получены. Функция активации – такая выбранная функция, область определения которой лежит в интервале допустимых значений нейрона. Она используется для того, чтобы получившуюся сумму привести к допустимому виду. Аналогичным образом вычисляются веса нейронов выходного слоя. Вес нейронов на выходном слое и являются окончательным результатом.

В данной задаче нейронная сеть сначала выполняет поиск коллокаций, а затем обучается, когда эксперт (пользователь) задает верные данные. Следовательно, работу нейронной сети можно разделить на режим обучения и рабочий режим.

В рабочем режиме дан определенный набор характеристик пары слов. Задача сводится к прогнозированию, то есть получению вероятности, определяющей, является ли данное словосочетание коллокацией, либо нет.

В режиме обучения дан определенный набор характеристик пары слов, а также список всех известных характеристик этих слов, которые выбирает пользователь. Задача сводится к получению нейронной сети с наименьшей ошибкой, которая будет определяться путем сравнения результатов работы нейронной сети и известным верным результатом. Ошибкой обучения называется разность целевого и получившегося значений нейрона на выходе. В данном случае, когда выходных нейронов несколько, применяется формула среднеквадратической ошибки. Для минимизации ошибки необходимо настроить веса синапсов, для чего могут применяться различные алгоритмы.

Для решения задачи обучения нейронной сети был выбран генетический алгоритм. Он достаточно прост в использовании и лишен такого недостатка, как «застревание» в локальном минимуме.

Генетический алгоритм – адаптивный метод поиска, которым часто пользуются для решения задач функциональной оптимизации. Он основан на генетических процессах биологических организмов.

Была выполнена программная реализация экспертной системы на языке Java. Проведена проверка программы на тестовых примерах.В ходе работы программы, была проверена работа нейронной сети, а также ее способность обучаться. Результаты исследования показали, что при увеличении числа итераций генетического алгоритма, нейронная сеть обучается значительно лучше.

Таким образом, в ходе работы была разработана экспертная система поиска коллокаций в технической документации на электронные средства на основе нейронной сети, был рассмотрен генетический алгоритм, с помощью которого данная сеть обучается, а также программа была протестирована на обучающей выборке.

Разработка модуля распознавания периодических радиосигналов с применением нейросетей

Якушев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дембицкий Н.Л.
МАИ, Москва
sano1639@yandex.ru

Задача распознавания сигналов актуальна во многих областях науки и техники. Выражается она в необходимости выделения полезного сигнала на фоне шумов. В связи с этим возникает потребность создания алгоритма обнаружения полезного сигнала. В дальнейшем такой алгоритм может лечь в основу программного обеспечения по обнаружению сигнала или может быть реализован в виде технического устройства.

В настоящее время нейронные сети имеют повсеместное широкое применение. Их также можно использовать для фильтрации радиосигналов. С точки зрения радиофизики нейронная сеть представляет собой адаптивный фильтр, который преобразует входной сигнал в выходной. При этом способность прогнозирования результата в совокупности с обучаемостью позволяет учитывать уже

имеющуюся статистику для решения задачи. В процессе обучения нейронной сети происходит суммирование информации о сигналах, что повышает эффективность распознавания с каждой эпохой обучения. Такое поведение не требует определения формальных признаков, позволяя основываться на примерах обрабатываемых сигналов.

Разрабатываемый программный модуль реализует модель нейронной сети, обучаемой по алгоритму обратного распространения ошибки. Данный алгоритм задает два направления в сети. В прямом направлении входные сигналы преобразуются в выходной сигнал, из которого выявляется значение ошибки. В обратном направлении величина ошибки корректирует весовые коэффициенты связей сети. Разработка велась на языке C++ с применением библиотеки Qt в среде Microsoft Visual Studio 2010.

Исходными данными для модели нейронной сети являются два массива. Массив, содержащий значения шумового фона (N), и массив, содержащий полезный сигнал помимо шумового фона (S + N). В процессе обучения нейронная сеть учится моделировать шумовой фон по соответствующим значениям второго массива (S + N). Благодаря алгоритму обратного распространения ошибки и суммированию информации о сигнале, через определенное количество эпох обучения модель сможет выделять полезный сигнал на фоне помех.

Данный метод распознавания периодических радиосигналов позволяет за небольшое количество эпох обучения определять полезный сигнал на фоне помех. Вдобавок дополнительное преимущество достигается за счет контроля значений сигнала нейронной сети. Для слабых входных сигналов разница между первым и последним слоем образует кривую с сильным наклоном, который усиливает сигнал. Если значение сигнала увеличивается, усиление пропадает.

Эффективные оптические компоненты фокусирующих систем волоконно-оптических линий для электродиффузионных датчиков потока

Абдулхаликова К.К., Гарипов М.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кузнецов Д.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
abdulhalikova.karina@yandex.ru

Самый значимый недостаток дифракционной оптики – потеря примерно 50% светового потока – устраняется следующим образом: конструктивно исполняются два линзы Вуда (ЛВ) – активная ЛВ и пассивная ЛВ. Активная ЛВ изготавливается в виде концентрических светоизлучающих полупроводниковых элементов (возможности и разрешающая способность современных полупроводниковых ИС позволяют их реализовать), причем таким образом, чтобы световой поток не перекрывался непрозрачными элементами пассивной ЛВ. Поэтому потери мощности светового излучения сведены к минимуму, кроме того, отсутствует нагрев непрозрачных структур дифракционной оптики со стороны источника света, что позволяет увеличить рассеиваемую мощность LED. Потери оптического потока можно минимизировать и за счет изготовления непрозрачных элементов пассивной ЛВ из прозрачной пластмассы с использованием эффекта полного внутреннего отражения («углов Брюстера»), что позволяет полностью отказаться от необходимости нанесения металлизации при изготовлении пассивной ЛВ [1].

Фактически имеем две дифракционные линзы, работающие согласованно, что позволяет компенсировать другой недостаток дифракционной оптики – необходимость достаточно большого диаметра. В данном случае диаметр может совпадать с диаметром LED.

Экспериментально исследовалась ЛВ с заранее неизвестными свойствами.

Все оборудование закрепляется на длинном рельсе. На одном конце рельса устанавливается экран Э, а на другом конце – осветитель с светофильтрами и диафрагма Д. Линзу Вуда можно перемещать вдоль рельса. Когда на зонную пластинку падал белый свет, то на экране наблюдались цветные круги. Это показывает, что ЛВ также создает мнимые фокусы, что соответствует расходящимся волнам. Также в центре экрана наблюдалась фокусировка волн различных цветов. Также исследовались картины, получающиеся на экране, когда на ЛВ через светофильтры падал монохроматический свет. Использовались красный и зеленый светофильтры. ЛФ перемещали от диафрагмы к экрану. Когда в центре экрана получалось четкое изображение нити осветителя, это положение фиксировали и измеряли расстояние от диафрагмы до ЛВ и от нее до экрана. На данной установке в пределах рабочего стола удалось получить по четыре фокуса для каждого цвета. По мере приближения к экрану фокусы ЛВ сгущаются.

Сечение колец линзы Вуда можно подобрать таким образом, что свет от точечного источника, помещенного в центре линзы после преломления в кольцах, выходит параллельным пучком. Это позволит создать мощный световой прибор из 2D светодиода, который значительно мощнее 3D светодиода, поскольку резко улучшаются условия теплоотдачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Замена полусферической пластиковой линзы светодиода (LED) на планарную систему позволяет получить выигрыш в массе и габаритах не менее чем в два раза. Поскольку основная трудность в технологии изготовления планарных 2D-компонентов – способ предварительной подготовки оптически прозрачных подложек, то ключевым моментом в экономически выгодной их реализации является запатентованный способ очистки [2,3]. Кроме того, значительно увеличивается мощность светодиода, поскольку резко улучшаются условия теплоотдачи (пластмасса является эффективным теплоизолятором). Фактически конструктивно исполняются две согласованные линзы Вуда (ЛВ) – активная ЛВ и пассивная ЛВ. Поэтому потери мощности светового излучения сведены к минимуму, кроме того, отсутствует нагрев непрозрачных структур дифракционной оптики со стороны источника света, что позволяет увеличить рассеиваемую мощность LED и уменьшить диаметр LED. Предложенная методика исследования ЛВ позволяет получить картину светового поля на экране, измерить фокусные расстояния для различных длин волн монохроматического света, сравнить данные измерений с известными теоретическими формулами и внедрить результаты работы в современную модель светодиода.

Список литературы

1. Гарипов М.М. и др. Исследование свойств линзы Вуда // Электронное научно-практическое периодическое издание «Современные научные исследования и разработки». 2017. №3(11). С.335–340.

2. Абдулхаликова К.К., Вахитов Ф.Х., Кузнецов Д.И. Перспективная технология СВЧ-подложек, применяемых для высокопроизводительных вычислений// Международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии». – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2017. С. 441-443.

3. Пат. №2658105 РФ, МПК H01L21/306. Способ предварительной подготовки кремниевой подложки к технологическим процессам/ Абдулхаликова К.К и др.; заявитель и патентообладатель КНИТУ-КАИ, Б.И.№17, 2018.

Тепловизор для контроля технологических процессов приборостроения

Алифов Ш.Ф.
Научный руководитель — к.т.н. Беляева М.М.
РГАТУ имени П.А.Соловьёва, Рыбинск
sheravgan.alifov@mail.ru

Одним из важнейших параметров технологического процесса, от которых зависит качество изделий, является температура. Нагрев заготовки при механической, электроэрозионной, лазерной обработке и других процессах изготовления деталей существенно влияет на качество поверхностного слоя, в процессах микроэлектроники температура оказывает существенное влияние на процессы легирования, осаждения и вжигания плёнок. Сборочные процессы в электронной промышленности, такие как пайка электрорадиоэлементов, приварка контактов, также проводятся при строгом контроле температуры. Контроль температуры контактным способом не всегда применим. Преимущества бесконтактного способа контроля: размещение датчика в области, не мешающей выполнению основного технологического процесса; отсутствие искажений показаний из-за теплопередачи и нагрева самого датчика; достаточно широкая область охвата контролируемой поверхности. Существующие приборы бесконтактного контроля температуры имеют ряд недостатков: низкая разрешающая способность, невысокая тепловая чувствительность, повышение которой достигается введением микрокомпрессионной системы или термоэлектрической системы для термостабилизации, что увеличивает стоимость прибора.

В разработанном устройстве применена неохлаждаемая микроболометрическая матрица. В состав тепловизора входят узел матрицы, узел формирования и стабилизации питающих и смещающих напряжений для микроболометра, узел аналого-цифрового преобразования и цифровой обработки информации, узел адаптера для формирования выходных сигналов. Устройство имеет стандартный телевизионный выход и линии высокоскоростного цифрового интерфейса LVDS. Управление может осуществляться от компьютера или выносной консоли. Конструктивно каждый узел реализован в виде печатного узла на основе многослойной печатной платы с двусторонним монтажом компонентов. Для уменьшения длины связей и более компактного размещения элементов в корпусе применено мезонинное соединение печатных узлов. Конструкция корпуса позволяет работать со сменными объективами и может быть закреплена на треноге.

Основными особенностями разработанного тепловизора являются высокая разрешающая способность 640x480 пикселей, работа без аппаратной термостабилизации температуры, низкая потребляемая мощность, возможность визуального контроля теплового изображения непосредственно в ходе технологического процесса при одновременной передаче видеоинформации в персональных компьютер для архивации и последующего анализа.

Благодаря высокой разрешающей способности и возможности охвата контролем большой площади поверхности разработанный тепловизор может использоваться в технологических процессах изготовления микросхем и микросборок, формообразующих операциях, в сборочно-монтажном производстве, при испытаниях электронной аппаратуры, в процессе функционального контроля, для оценки качества монтажа, а также может найти применение при ремонте для поиска места неисправности и контроля демонтажа и монтажа элементов.

Список литературы

1. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств [Текст]: Учебник / Н. К. Юрков. – Изд.2-е,исправ.и доп. – СПб.: "Лань", 2014. – 474с.

2. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие / Л. А. Коледов. – Изд.3-е,стереотип. – СПб.: "Лань", 2016. – 400с.

3. Камера наблюдения за процессом пайки Jovy Systems JV-PMC [Электронный ресурс]. URL: https://masteram-online.ru/soldering-process-monitoring-camera-jovy-systems-jv-pmc// (дата обращения: 7.02.2019).

4. Инфракрасные термопарные матрицы с улучшенным пространственным разрашением, чувствительностью и качеством изображения/ Б. Форг, Ф. Германн, Д. Шифердеккер, И. Ленек, М. Шульц, М. Симон, К. Сторч (Heimann Sensor GmbH), Ф. Фолклейн, University of Applied Sciences, Германия /Оптоэлектронные приборы [Электронный ресурс]. URL: http://www.photonics.su/files/article_pdf/4/article_4054_688.pdf/ (дата обращения: 7.02.2019).

Электропривод механизации крыла летательного аппарата

Байтемиров А.Р., Яковлев К.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сыроежкин Е.В.
МАИ, Москва
abait900@gmail.com

На сегодняшний день для управления современного летательного аппарата используются различные аэродинамические поверхности. Управление этими поверхностями выполняется силовыми приводами: гидравлическими, пневматическими и электрическими. Наиболее перспективными являются электроприводы в силу их простоты конструкции и высоких массогабаритных показателей. Усилия, необходимые для отклонения аэродинамической поверхности, для каждого летательного аппарата определяются площадью поверхности, скоростью, высотой полета и другими условиями. Следует отметить, что основная масса несущей системы управления летательного аппарата сконцентрирована в силовых приводах. Поэтому разработка простых электроприводов с высокими массогабаритными показателями как замена гидравлическим системам является актуальной научно-технической задачей. В настоящее время электроприводы находят применение в системах управления положением летательного аппарата и механизацией крыла.

Работа посвящена разработке управляемого привода механизации крыла на примере беспилотного летательного аппарата. Приоритетное развитие получают приводы на основе наиболее надежных бесконтактных электродвигателей и, в частности вентильных двигателей (ВД) с возбуждением от постоянных магнитов. Привод управления рулями БПЛА должен отвечать ряду специфических требований, поскольку работает на сложную механическую нагрузку и должен обеспечивать заданное быстродействие и высокоточное регулирование скорости.

Особое значение приобретает блок регулирования, который должен обеспечить необходимый порядок астатизма, величину перерегулирования, требуемые статические и динамические характеристики привода. Из-за нелинейных характеристик электродвигателей аналитический расчёт параметров регуляторов оказывается затруднительным и довольно приближённым, что отрицательно сказывается на характеристиках электропривода.

В работе выполнено исследование законов управления привода рулями БПЛА методом компьютерного моделирования в Matlab Simulink. Силовая часть привода реализована на основе библиотечных элементов Simulink. Блок механической нагрузки представлен в виде аналитической функции, соответствующей аппроксимирующей зависимости нагрузочного момента от угла поворота рулей управления БПЛА.

Предложена реализация системы управления приводом БПЛА на основе искусственной нейронной сети (ИНС). Для этого выполнено моделирование ИНС с использованием встроенной программы Matlab Simulink. На модели выполнено исследование работы нейрорегулятора для управления частотой вращения вала ВД и получены динамические характеристики привода.

В докладе на основании анализа полученных характеристик показана эффективность подхода к проектированию управляемого привода рулями БПЛА на основе модели с использованием блока управления на основе искусственной нейронной сети.

Список литературы

1. Михалев А.С., Миловзоров В.П. Следящие системы с бесконтактными двигателями постоянного тока.- М.: Энергия, 1979. – 160с.

2. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов.- Л.: Энергоиздат, 1982.- 392 с.

3. Саяхов И. Ф., Николаева А. Н. Электромеханические приводы для управления адаптивными крыльями летательных аппаратов. [Электронный ресурс] / Саяхов И. Ф., Николаева А. Н. // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2017 – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/elektromehanicheskie-privody-dlya-upravleniya-adaptivnymi-krylyami-letatelnyh-apparatov (22.02.2019)

Универсальная платформа для испытательного оборудования

Баранов В.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
xm8q@bk.ru

Оборудование для испытаний является довольно дорогостоящим и узконаправленным товаром на рынке оборудования. Это связано с точностью и надежностью измерительных машин. В свою очередь, учебное (лабораторное) оборудование, обладающее достаточными показателями точности для проведения опытов или контроля надежности единичного производства, почти не выпускается. На сегодняшний день стоимость измерительного оборудования колеблется от 100 000 рублей и выше. В связи с чем мелкие производители или лаборатории не могут позволить себе большое количество собственного оборудования. Для произведения контроля надежности, выпускаемого или исследуемого продукта, необходимо производить дополнительные затраты, что в итоге сказывается на конечной стоимости продукции.

На базе кафедры 307 создана универсальная платформа, покрывающая ряд оборудований для испытаний, что поможет в дальнейшем привести к существенному удешевлению конечного продукта на малых предприятиях.

В данной работе представлена разработка универсальной платформы, на базе которой разработана разрывная машина.

Блок управления данного устройства базируется на одноплатном компьютере OrangePi, работающем под ОС Android. Выбор обусловлен доступностью, возможностью работы по сети «Ethernet», а также возможностями создания и изменения под другое устройство следующих узлов: система управления, обработка получаемых данных и настраиваемый графический интерфейс.

В качестве нагружающего элемента в первой версии устройства выбран гидравлический привод, способный создать усилие сжатия или растяжения до 500 кг.

Показания приложенного усилия измеряются тензодатчиком. Для получения наиболее точных значений, предусмотрена возможность замены датчика на датчик, обладающий меньшим диапазоном измеряемых значений, но способным выдать наиболее точные показатели приложенной нагрузки.

Также в устройстве происходит измерение деформации материала при помощи оптических датчиков.

Графический вывод экспериментальных значений в реальном времени происходит на встроенный экран, а также осуществляется запись в файл для удобства последующей обработки.

Устройство работает от сети 220В, имеет малые габариты, что позволяет использовать его в небольших помещениях.

Примерная стоимость компонентов, использующихся в данной разрывной машине, составляет 40 тысяч рублей.

Данная универсальная платформа позволит не только создавать более дешевые устройства, чем предложены на рынке, но и позволит обучать специалистов, умеющих работать на широком спектре различного оборудования в рамках обучения в высших и средних специальных учреждениях.

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.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
b_nastay@mail.ru

Вопросы разработки универсального технологического оборудования, способного эффективно применяться как в условиях опытного и серийного производства, так и войсковых и полевых лабораториях для выполнения процедур калибровки и испытаний оптико-электронной и тепловизионной аппаратуры малой и средней оптической апертуры и решения научно-исследовательских задач, продолжаются являться актуальными.

Такую задачу в состоянии выполнить коллектив студенческих конструкторско-технологических бюро (СКтБ) под руководством ведущих преподавателей выпускающей кафедры и специалистов профильного предприятия.

Одним из основных элементов автоматизированного универсального технологического комплекса, разрабатываемого в рамках совместной научно-практической деятельности СКтБ выпускающей кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем Рыбинского государственного авиационного университета имени П.А. Соловьёва, является функционально и конструктивно завершённый модульный ИК протяжённый калибровочный излучатель (МИКПКИ).

Благодаря особенностям конструктивного исполнения МИКПКИ способен функционировать как в составе калибровочно-испытательного технологического комплекса, так и в качестве автономного оборудования для калибровки оптико-электронной и тепловизионной аппаратуры малой и средней оптической апертуры. Такая универсальность отличает его от серийно выпускающихся отечественных калибраторов малой и средней апертуры, таких как: широкоапертурная модель чёрного тела МЧТ 120/200 (температурный диапазон – 20…+80 гр. Ц, диаметр апертуры 100 мм, нестабильность температуры +/– 0.1 гр. Ц, время выхода на режим не более 60 минут, потребление 500 Вт) и образцовый излучатель АЧТ «Деметра» (температурный диапазон – 30…+80 гр. Ц, диаметр апертуры 70 мм, нестабильность температуры +/– 0.1 гр. Ц, время выхода на режим не более 40 минут, потребление 1.2 кВт).

Так же, как и отечественные аналоги, МИКПКИ представляет собой модель абсолютно-чёрного тела, воспроизводящую абсолютные температуры в отличие от аналогичных, имеющих схожие параметры, зарубежных образцов серии DCN 1000N, которые формируют аналогичные и более глубокие отрицательные диапазоны температур благодаря дифференциальному методу.

В состав опытного образца МИКПКИ входят 4 модуля, выполненных в стандартных корпусах из АБС пластика форм-фактора 240x190x90 мм:

1) модуль управления, содержащий программируемый PID-контроллер XMTG-838CPK с выходом «4…20 мА», системой программирования до 30 команд (шагов технолога) и каналом связи с внешним ПК RS-485 с целью обмена данными, визуализации и регистрации термопрофиля; модуль реверсируемого высокочастотного линейного ШИМ 12В/50А для управления термоэлектрическими модулями излучателя (ТЭМ); преобразователь интерфейсов «4…20ма/0…5В»; линейный инвертор управляющего напряжения; таймер защиты ТЭМ при переключении полюсов питания; измеритель-индикатор температуры на «горячей» стороне ТЭМ; элементы управления и индикации режимов функционирования;

2) модуль протяжённого ИК излучателя, содержащий: 6 ТЭМ формата 40x40 мм, допускающих индивидуальное подключение и установленных на два водяных радиатора формата 120x40 мм; платиновый преобразователь термосопротивления Pt100 класс А; контроллер второй ступени аварийного отключения ТЭМ; дополнительный оребрённый тонкостенный алюминиевый радиатор и отключаемый высокопроизводительный вентилятор, образующие предварительную ступень комбинированной системы охлаждения;

3) модуль питания на основе импульсного ИВЭП с регулируемым выходом 12 В 600 Вт (50 А) и цифровым индикатором выходного напряжения и тока;

4) модуль комбинированного охлаждения в составе: первой ступени водяного охлаждения на базе радиатора и вентилятора; второй ступени водяного охлаждения на базе ТЭМ; системы автоматического управления второй ступени; контроллера-индикатора входной и выходной температуры контура водяного охлаждения.

Опытный образец МИКПКИ позволяет получить следующие базовые характеристики: температурный диапазон – 35…+70 гр. Ц; площадь апертуры 120x80 кв.мм (близкая к формату 4x3 тепловизора), нестабильность температуры +/– 0.1 гр. Ц, время выхода на режим не более 20 минут, потребление 600 Вт).

Конструкция модуля протяжённого ИК-излучателя опытного образца допускает установку тоннеля для увеличения площади апертуры и снижения влияния окружающей среды на рабочую поверхность.

Протяжённый ИК-излучатель МИКПКИ использует технологию формирования квази-пирамидальной «бархатной» излучающей поверхности, полученной путём комбинированной обработки в пескоструйной установке и глубокого контролируемого травления. Такая комбинация позволяет добиться более высокой степени «черноты» за счёт проявления переотражения ИК-лучей на гранях микропирамид, а также улучшить равномерность формируемого равнотемпературного поля и повысить износостойкость рабочей поверхности, подверженной влиянию конденсата и температурному удару при реверсировании излучателя.

Система климатического контроля с удаленным управлением в автономных телекоммуникационных объектах связи

Бондарь А.Н., Кашаев А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Беляева М.М.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Ярославль
duxa99@rambler.ru

Современный уровень развития человечества невозможно представить без связи. Для того чтобы связь была качественной и стабильной необходимо создать все возможные условия. Одно из важных условий – это размещение радиооборудования и установок электропитания в телекоммуникационных объектах связи.

Размещение радиооборудования и установок электропитания должно обеспечивать их защиту от внешних факторов и механических воздействий. Однако этого недостаточно, чтобы организовать надежную работу оборудования. Необходимо создать внутри объекта благоприятные климатические условия, при которых радиоаппаратура будет стабильно выполнять свои функции, а в электропитающих установках буферные аккумуляторы будут сохранять свои свойства.

В компании СЗФ ПАО «Мегафон» ЯРО в телекоммуникационных помещениях используются штатные устройства, осуществляющие климат-контроль. На практике был выявлен ряд недостатков:

1) низкая надежность – малое время безотказной работы – увеличивает затраты на ремонт и может привести к перебоям в работе аппаратуры;

2) зависимость от внешнего питания, так как устройства контроля, размещенные в телекоммуникационных объектах, при отключении внешнего питания отключаются вместе с ним и не выполняют дальнейшее обеспечение климатических условий, что противоречит техническим требованиям компании;

3) неоптимальное техническое решение, так как устройства, размещенные в шкафах уличного исполнения, требуют дублирования аппаратуры для предотвращения снижения безотказности из-за особенностей конструкции термостата и необходимости его частой коммутации к цепям нагрузки. Для устранения недостатка применён силовой блок. Таким образом, для одного объекта необходимо два термостата с разными диапазонами регулирования и два силовых блока, что увеличивает объем занимаемого пространства и энергопотребление;

4) отсутствие возможности удаленного управления, что приводит к необходимости выезда специалистов и регулировки диапазона температуры штатных устройств непосредственно на месте.

Для устранения всех недостатков разработана система климатического контроля с удалённым управлением в автономных телекоммуникационных объектах связи. Основные функции устройства – регулирование температуры в замкнутом пространстве аппаратных с передачей информации по внутренним каналам связи. Главной частью устройства является микроконтроллер (МК), который считывает показания датчика и анализирует температурное значение. Если результаты анализа попадают в заданный диапазон, то МК подает управляющий сигнал на внешнюю нагрузку и в зависимости от уровня температуры включает нагреватель или вентилятор. Когда происходит нештатная ситуация, при которой одна из управляющих нагрузок не справляется или не срабатывает, то МК направляет сигнал на внешний аварийный выход, тем самым оповещая о неисправности. Особенностью разработанной системы является то, что регулировка диапазона температур, порогов для выхода внешней аварии и передача показаний температуры выполняется по последовательному COM-порту, что позволяет удаленно наблюдать и изменять параметры устройства. Электропитание системы (48В) осуществляется согласно стандарту ГОСТ Р 55950-2014, что позволяет непрерывно контролировать климатический режим внутри аппаратной, независимо от внешней сети. Использование нестандартного первичного питания потребовало разработки понижающего DC-DC преобразователя для формирования напряжений вторичного питания. Конструктивно управляющий блок выполнен в корпусе на DIN-рейку. Применение принципа микроминиатюризации позволило разместить на одной двусторонней печатной плате узлы управления, питания, силовой коммутации, а также все необходимые коммутационные разъемы, индикацию и органы управления. Для обеспечения хорошего теплообмена все элементы расположены на верхней стороне платы.

В настоящее время несколько опытных образцов проходят апробацию в компании СЗФ ПАО «Мегафон» ЯРО. Они подтвердили свою эффективность, а именно, обеспечена стабильность климатических условий в аппаратных и возможность удаленного управления. Большим преимуществом для компании стала экономичность эксплуатации, заключающаяся в снижении затрат на ремонт и обслуживание, минимизации транспортных расходов, возможность более эффективно использовать трудовые ресурсы.

Список литературы
1. Официальный сайт ТАХИОН, Термошкаф ТШ-2 [Электронный ресурс] URL: http://www.tahion.spb.ru/tsh-2/ (дата обращения: 7.02.2019)
2. Официальный сайт термошкаф.рф, термостаты [Электронный ресурс] URL:http://termoskaf.ru/komplect_termoshkaf/oborudovanie_dlya_kontrolya_temp// (дата обращения: 7.02.2019)
3. Официальный сайт Novatekelectro, температурный контроллер[Электронный ресурс] URL: https://novatek-electro.com/produktsiya/temperaturnye-kontrollery.html/ (дата обращения: 7.02.2019)

Моделирование проектируемого передатчика методом IDEF0

Борисов А.Н.
Научный руководитель — Краус Д.Г.
УлГТУ, Ульяновск
roux913@mail.ru

В современных условиях для образовательных целей все большую популярность имеют виртуальные лабораторные стенды [1]. Для разработки таких стендов в образовательных целях (изучения устройств генерирования, передачи и приема сигналов) необходимо разработать и проанализировать его структурную схему. Для проведения структурного анализа можно построить IDEF модель проектируемого передатчика с использованием методик, описанных в [2]. При таком подходе каждый функциональный модуль структурной схемы будет представляться в виде работ диаграммы IDEF0, а входные и выходные стрелки будут отображать сигнал с определенными характеристиками.

Основой IDEF0 модели является наличие входного или “управляющего” потока, который состоит из совокупности конструкторской документации, анализа назначения и условий эксплуатации передатчика, технических требований на проектируемый передатчик в соответствии с действующими нормами и стандартами. Эти составляющие создают условия, способы, необходимые для начала проектирования.

Блок проектирования, куда поступает входной поток, включает в себя последовательность операций, при помощи которых реализуется разработка передатчика:

1. Составление структурной схемы передатчика. Такая схема амплитудно-модулируемого передатчика имеет многокаскадный вид, что позволяет обеспечить высокие требования к стабильности частоты.

2. Выбор путем сравнения по технико-экономическим показателям конкретных типов электронных или полупроводниковых приборов, а также схемных решений каждого каскада передатчика. В качестве буферного усилителя используем истоковый повторитель на базе полевого транзистора КП103К. Он имеет преимущество в виде малого выходного сопротивления при сохранении приближенного постоянства тока истока. Так как несущая частота разрабатываемого передатчика не превышает 15 МГц, то для расчета кварцевого генератора целесообразно выбрать емкостную трехточечную схему. Она представляет собой автоколебательную систему, в которой кварцевый резонатор в виде индуктивного сопротивления включается между коллектором и базой транзистора. С точки зрения эффективности эта система наиболее проста и позволяет получить высокую стабильность частоты, а в сравнении с резонатором на LC-контурах, температурная стабильность и добротность кварцевого резонатора во много раз больше [3]. Благодаря использованию согласующих цепей между каскадами, мы получаем фильтрацию высших гармоник и трансформацию входного сопротивления последующего каскада в оптимальное сопротивление нагрузки предыдущего каскада.

3. Составление полной электрической принципиальной схемы всех каскадов радиочастоты передатчика и основных каскадов модуляционного устройства.

Дополнительные потоки (справочная, нормативная документация) дают нам возможность получать требуемую информацию в расчетах и оставаться в рамках безопасности при эксплуатации готового изделия.

Выходной поток IDEF0 модели считается заключительным этапом, где проводится оценка результатов проектирования: сопоставление энергетических, качественных и эксплуатационных показателей передатчика; составление технологической документации.

Таким образом, IDEF0 модель позволяет эффективно отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах. При этом широта и глубина обследования процессов в системе определяется самим разработчиком, что позволяет не перегружать создаваемую модель излишними данными.

Список литературы
1. 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. Похилько А.Ф., Горбачев И.В.. Рябов С.В. Моделирование процессов и данных с использованием CASE-технологий. – Ульяновск: 2014.
3. Расчет и проектирование транзисторных передатчиков: учебное пособие / П. Г. Тамаров.– Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 76 с.

Распознавание элементов печатных узлов на рентгеновских снимках

Вережан В.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
verezhan.vlad@yandex.ru

Производственный контроль качества печатных плат является составной частью типового технологического процесса и сводится к определению двух составляющих: явных дефектов, характеризующих процент выхода годных изделий, и скрытых дефектов, снижающих надежность изделий.

Основными методами контроля являются неразрушающие методы. При этом оценка качества изделий, для которых проверка иным способом невозможна или малоэффективна путем применения традиционных методов диагностики и локализации дефектов, возможна только с использованием рентгеновской инспекции. Обнаружение таких дефектов предпочтительно передают компьютеру на анализ. Автоматический анализ рентгеновских снимков позволяет сократить затраченное время на выявление дефектов и сократить риск их пропуска.

Для автоматического обнаружения дефектов необходимо выделить компонент на полученных снимках, а уже потом выявлять дефекты. Выделение компонентов остаётся за оператором, вручную или с использованием уже готовых файлов с расположением этих компонентов, которые также создаёт оператор. На это тратится десятки часов работы.

Чтобы упростить задачу операторам, разрабатывается алгоритм программного обеспечения для автоматического распознавания компонентов на печатной плате. Из входных данных пользователю будет необходимо задать размер печатной платы и, возможно, количество слоёв. В результате работы программное обеспечение должно сохранить Gerber-файл с расширением “.gbr“ с местоположением каждого компонента и информации о типе корпуса. Такой формат файла является фактическим стандартом для передачи данных о плате.

На данный момент было рассмотрено множество алгоритмов и методов по распознаванию изображений. В качестве примера выбран метод «Виолы-Джонса», который использует каскады Хаара. Для такого метода необходимо иметь наработанную обучающую библиотеку с несколькими тысяч изображений одного искомого элемента. Т.к. в современной промышленности электроники имеется огромное количество типов электрических компонентов, на создание таких библиотек, при помощи рентгеновской установки, необходимо потратить большое количество времени. Чтобы облегчить набор обучающих изображений, разрабатывается алгоритм программы, который позволит с использованием 3D моделирования набрать несколько тысяч обучающих изображений одного электрического компонента вместо использования рентгеновской установки. Программа будет симулировать уровень фотопоглощения рентгеновских лучей, толщину и местоположение материала, в результате выдаст готовые изображения под разными углами, которые можно будет использовать в алгоритме поиска элементов печатных узлов. Из входных данных требуется ввести тип и размер компонента, а также материалы (или задать их уровень фотопоглощения), из которых он изготовлен.

Одна из проблем поиска элементов с помощью существующих алгоритмов на рентгеновских снимках – наличие искажающих фоновых изображений соседних слоёв печатных плат. Для решения этой проблемы, чтобы воспользоваться алгоритмом, необходимо предварительно полученное изображение обработать математическими методами.

Разработка ПО ведётся на языке Python с библиотекой компьютерного зрения OpenCV с открытым исходным кодом. Алгоритм проверяется с использованием рентгеновских снимков снятых на аппарате Nordson Dage XD7600NT.

Исследование методов обеспечения целостности сигнала линий передачи многослойных печатных плат

Веселова В.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
valerialeraa@bk.ru

Рост производительности средств вычислительной техники и телекоммуникаций влечет использование режимов согласования линий связи, исключающий многократные отражения сигнала от конца и начала линии. Режим согласования предъявляет жесткие требования к стабильности волнового сопротивления межсоединений, поэтому в состав многослойной печатной платы вводится тест–купон, содержащий длинную линию, по результатам тестирования которой предполагают оценивать соответствие многослойной печатной платы этому требованию. Однако отбраковка готовых плат по результатам этого тестирования создает неблагоприятную ситуацию для производства, плата оказывается непригодной и ее бракуют. В связи с этим возникает потребность в управлении производством, направленном на соблюдение определенных условий, для того чтобы попасть в допуск по волновому сопротивлению (+/-10%).

В докладе приведены практические результаты использования установленных границ отклонений параметров конструкций линий передачи в многослойной печатной плате, показывающие, что отклонения значений волнового сопротивления в пределах одного слоя не превышают 8 %, а полное поле допуска волнового сопротивления для многослойной печатной платы в целом составляет ±10 %.

Результаты аналитических и статистических исследований демонстрируют возможность получения требуемой стабильности характеристик элементов конструкций электрических соединений в многослойной печатной плате и тем самым надежность функционировании линий передачи в системе межсоединений высокопроизводительных электронных устройств информационно-вычислительной техники.

Использование аппаратных и программных средств в образовательном процессе в области проектирования цифровых устройств

Волосов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
vaswda@yandex.ru

Сегодня вычислительная техника развивается высокими темпами. В связи с этим становятся востребованными IT специалисты. Поэтому необходимо уделять большое внимание подготовке кадров, способных создавать как аппаратное, так и программное обеспечение. К сожалению, не всегда удается своевременно адаптировать учебную программу к современным условиям. Кроме того, для подготовки специалистов в области информационных технологий требуется большой объем практики. При этом важно давать торию без отрыва от практики. Важной задачей является сделать обучение максимально интересным и понятным.

Решением многих проблем может быть применение массовых открытых онлайн-курсов. Использование онлайн-курсов позволяет своевременно обновлять, дополнять и адаптировать материалы к современным требованиям. Студент может выбирать продолжительность и последовательность изучения материалов под свои возможности и потребности. Знания студента могут быть объективно оценены по результатам выполненных заданий по конкретным критериям. Онлайн курсы могут содержать различные виды контента: видеозаписи лекций, тесты, презентации, интерпретатор языка программирования.

В качестве платформы онлайн-обучения была выбрана российская платформа Stepik. Любой зарегистрированный пользователь может создавать свои курсы и уроки. Все курсы и материалы, размещенные на Stepik, лицензируются для свободного использования на условиях лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0. Stepik имеет очень продвинутый конструктор курсов.

Кроме того, созданные в Stepik задания и курсы можно интегрировать на сторонние ресурсы. Stepik поддерживает протокол Learning Tools Interoperability. Основной задачей LTI является установление стандартного способа интеграции обучающих приложений с платформами LTI. Благодаря этому можно интегрировать курсы Stepik с такими популярными платформами, как Moodle, Open edX, Coursera, Blackboard LMS, Instructure Canvas, Sakai. Например, курсы на Stepik от

JetBrains интегрированы в среду разработки IntelliJ IDEA. Таким образом, задания могут быть выполнены непосредственно в среде разработки, а результаты передаются в Stepik.

В рамках курса рассматриваются базовые логические элементы, комбинационные схемы, язык описания аппаратуры Verilog. Кроме логических симуляторов, предлагается использовать отладочную плату с микросхемой ПЛИС. Это позволяет работать с внешними устройствами и исследовать сигналы при помощи логического анализатора.

Главной особенностью данного онлайн-курса, является автоматическая проверка заданий. Она была реализована при помощи Icarus Verilog, бесплатного компилятора языка описания аппаратуры Verilog. На странице с заданием есть строка для прикрепления файла с Verilog кодом. Полученный файл вместе с соответствующим заданию файлом, в котором описаны тестовые воздействия, передаются через параметры в компилятор Icarus Verilog. Затем производится симуляция, и полученный файл с временными диаграммами сравнивается с эталонным. В зависимости от соответствия файлов передается результат проверки.

Исследование методов обработки и анализа оптических сигналов высокого разрешения, снимаемых с человека, и их перспективы в диагностической медицине

Гурявичюс Й.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Некрасова Ю.Ю.
МАИ, Москва
vankokon@gmail.com

По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) на период 2000–2012 лидирующей причиной смерти являются сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) в 31% случаев [1]. К 2030 году прогнозы экспертов говорят о достижения уровня смертности от ССЗ в 23,3 миллиона человек. По данным Министерства Здравоохранения России в 2015 году смертность от ССЗ составила 48.7%, что намного больше, чем в других развитых странах в таких, как Великобритания (29%), Франция (22%), Германия (35%) [2].

В настоящее время многие люди ведут активно-занятой образ жизни. Порой когда у них появляется какой-то дискомфорт, они не обращают внимание на эту проблему, не задумываются о последствиях несвоевременного обращения в медицинское учреждение.

Наш организм, чтобы стабилизировать состояние внутренней среды, активизируют резервные источники, предназначенные для выполнения других жизненоважных функций, что увеличивает риск осложнения заболевания. Вследствие этого при обращении к врачу ставится диагноз либо с сложным решением, либо с неизлечимой дисфункцией.

На основе сказанного можно сделать вывод о необходимости своевременной постановки диагноза для лечения или для ликвидации осложнений. Одними из неинвазивных способов диагностики ССЗ является фотоплетизмография – изучение периферической гемодинамики, пульсоксиметрия – определение степени оксигенации крови кислородом, в основу создания этого положен метод оптической спектрографии [3][4].

Однако на сегодняшний день недостаточная информативность снимаемых сигналов данными методами является проблемой, она проявляется в малой точности параметров и закономерностей, выявляемых в процессе диагностирования, а также в требуемости дополнительных исследований: ЭКГ, Эхокардиография, Доплерография сосудов. На данный момент одной из тенденций развития представленных методов является получение сигнала с высокой частотой выборки для большей информативности и детерминированность новых параметров.

Усовершенствование данных методов диагностирования откроет новые источники информации о внутренней среде организма, что позволит более полно оценить картину осложнения или прогнозировать ее развитие.

Список литературы

1. https://www.who.int/ru (ВОЗ).

2. Итоги года борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями в Рязанской области и задачи на 2016 год.

3. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга» А.А. Федотов С.А. Акулов.

4. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы» А.В. Бердников, М.В. Семко, Ю.А. Широкова.

Расчет параметров диагностического контроля для различных скрытых дефектов

Домени А.С., Шипилов Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
domeni.anton@mail.ru

В производстве бортовой аппаратуры актуальна проблема скрытых дефектов соединений – дефектов, не выявляемых существующими методами контроля из-за недостаточно существенного влияния на характеристики устройства при производстве, однако при эксплуатации способными привести к обрыву соединений и выводу устройства из строя. Примером подобного скрытого дефекта является микротрещина в дорожке печатной платы – участок проводника, не приводящий к существенному изменению сопротивления проводника в целом (и потому не выявляемый параметрическим и прецизионным контролем), однако при эксплуатации (например, под нагрузкой и в условиях перепада температур и вибрации, повсеместно встречающихся в авионике), способный начать перегреваться и привести к перегоранию дорожки.

Для выявления микротрещин и других скрытых дефектов применим метод диагностического контроля, суть которого заключается в пропускании в течение короткого времени через контролируемую цепь тока, заведомо превышающего рабочий для этой цепи. При этом дефектный участок проводника (в данном случае дорожки) нагревается значительно быстрее и сильнее, что приводит к резкому росту его сопротивления, которое может быть зафиксировано устройством контроля.

В начальный момент времени после подачи импульса тока тепловое сопротивление теплоотвода определяется сопротивлением теплопередачи от нагревающегося дефектного участка проводника в ближайшую к нему область диэлектрика печатной платы. В этот момент нагревается преимущественно дефект, т.е. процесс нагрева близок к адиабатическому. Однако при продолжении импульса тока начинает происходить теплопередача от дефекта в окружающую среду, в более глубокие области диэлектрика и в соседние участки проводника. Кроме того, при длительном импульсе тока больших значений бездефектные участки проводника тоже начнут нагреваться, увеличивая сопротивление проводника в целом.

Следовательно, чем длительнее поданный импульс тока, тем меньше уверенности в том, что увеличение сопротивления цепи обусловлено именно наличием дефекта в дорожке. Исходя из этого можно сделать вывод, что для точного диагностирования скрытых дефектов устройство контроля должно подавать импульсы тока длиной не более времени, в течение которого происходит первоначальный адиабатический процесс нагрева дефекта.

Длительность первоначального адиабатического процесса нагрева дефекта дорожки печатной платы можно обозначить как период времени, в течение которого ближайшая к дефекту область диэлектрика получает достаточное количество тепла для нагрева хотя бы на один градус. Количество тепла, выделяемое дефектом под токовой нагрузкой, зависит от начального сопротивления дефектного участка и силы тока импульса. Начальное сопротивление дефектного участка, в свою очередь, зависит от типа и размеров дефекта.

Таким образом, для выявления характерных свойств скрытых дефектов они классифицируются по типам и размерам, после чего рассчитываются необходимые параметры импульса тока. В результате проведения расчетов устройство диагностического контроля дополняется справочными значениями для испытаний, где входными параметрами являются рассчитанные параметры импульса тока для различных классов дефектов, а выходным параметром – ожидаемый прирост сопротивления цепи. С помощью этих значений возможно сделать заключение о наличии или отсутствии в тестируемом проводнике скрытого дефекта соответствующего класса.

Список литературы

1. Васильев Ф.В., Медведев А.М. Выявление скрытых дефектов соединений. // Электроника НТБ. 2018. № 10. с. 94-97.

2. Домени А.С., Кочетков А.И. Анализ результатов практического исследования метода диагностического контроля. // «Гагаринские чтения – 2018» Сборник тезисов докладов. Том 2. М.: МАИ, 2018. с. 155-156.

3. Васильев Ф.В., Медведев А.М., Сокольский М.Л. Расчет токовой нагрузки для диагностического контроля электрических соединений в авионике. // Практическая силовая электроника. 2013. № 2. с. 38–43.

Система контроля качества химического травления печатных плат

Дружинин М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.
МАИ, Москва
maximdruzhinin@mail.ru

Процесс химического травления является одним из начальных этапов в изготовлении печатных плат (ПП), по этой причине общее качество изделия будет напрямую зависеть от того, как протекал процесс травления. Поэтому необходимо оценивать качество химического травления, чтобы заранее можно было отследить брак и удостовериться в соответствии характеристик проектируемой ПП с заданными по техническому заданию параметрами, уменьшить влияние человеческого фактора и улучшить качество производимой продукции.

Качество современного процесса химического травления печатных плат зависит от нескольких факторов. Особое место среди них занимает концентрация травильного раствора [1]. Необходимо поддерживать ее на одном уровне, чтобы не изменялись параметры травления, вследствие изменения которых могут появиться дефекты на токопроводящем рисунке и в целом ухудшится способность проводить ток [2]. В связи с этим необходимо давать оценку качества печатных плат в зависимости от текущей концентрации травильного раствора.

Так как в настоящее время активно развивается «Индустрия 4.0» [3], было решено разработать систему контроля качества химического травления печатных плат, которая будет определять текущую концентрацию травильного раствора и на основе этого параметра оценивать качество травления и передавать эти данные дальше по производству.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

• Исследовать параметры процесса химического травления при использовании травильного раствора с разной концентрацией, которая постепенно изменяется в худшую сторону в зависимости от времени его использования и от общей площади стравленной меди. При неизменном времени травления.

• Составить таблицы и графики зависимости качества травления от уровня концентрации раствора.

• Определить входные и выходные параметры.

• Разработать и протестировать программное обеспечение.

Список литературы

1. Медведев А.М. Технология производства печатных плат. – М.: Изд-во Техносфера, 2005. С. 360.
2. Николаенко М.Н. Радиолюбительские технологии. – М.: Изд-во ДМК Пресс, 2010. С. 280.
3. Липкин Е. Индустрия 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции. – М.: Изд-во ООО «Остек-СМТ», 2017. С. 224.

Макромодели программируемых аналоговых электронных компонентов на базе коммутируемых конденсаторов для PSpice симулятора

Ильин Е.А., Сахарчук В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Ярославль
efimmariner@yandex.com

Развитие интегральных аналоговых устройств и, в частности, операционных усилителей (ОУ) и электронных коммутаторов на транзисторах, в 60-70 годах прошлого века позволило выйти на совершенно новый уровень развития устройств и систем обработки информации и управления. В то же время стали активно развиваться схемы на переключаемых конденсаторах, которые при использовании совместно с ОУ позволяли не только воспроизводить практически любую вычислительную или преобразовательную функцию, но и оперативно изменять характеристики и параметры электронного устройства, т.е. осуществлять его реконфигурацию путём изменения единственного легко контролируемого и управляемого параметра – частоты коммутации конденсаторов, находящихся во входных цепях и обратных связях ОУ.

Однако с развитием цифровых технологий подобные аналоговые решения оказались незаслуженно забытыми, в том числе, вследствие более сложного базиса, который в отличие от цифрового, основанного на булевой алгебре, и применении лишь одного элементарного оператора в виде элемента И-НЕ (или ИЛИ-НЕ), требовал для синтеза не менее 9 дифференциальных звеньев: пропорционального, интегрирующего, дифференцирующего, апериодического 1-го порядка,

форсирующего 1-го порядка, интегрирующего инерционного, дифференцирующего инерционного, изодромного, колебательно-консервативного апериодического 2-го порядка.

Однако практика цифровых технологий наглядно показала, что для эффективного решения задач связи, обработки и информации и управления требуются гибридные гибкие программируемые аналого-цифровые решения, способные обеспечивать не только программную, но и аппаратную конфигурацию электронного изделия или и системы.

Новым толчком развития управляемых реконфигурируемых аналоговых устройств и систем на основе переключаемых конденсаторов послужило появление на рынке программируемых аналоговых интегральных схем (FPAA) и программируемых процессоров аналоговой обработки сигналов (dpASP), а также среды для автоматизированного проектирования устройств на их основе, выпускаемых американской компанией Anadigm.

Несмотря на полную автономию FPAA и dpASP, эффективность их практического использования, как отмечено выше, требует знаний, принципов, особенностей и ограничений функционирования их основополагающего компонента – коммутируемого конденсатора в сочетании с ОУ. Кроме того, предоставляемая разработчику САПР ориентирована на имитационное моделирование только во временной области, в то время как симуляция процессов в частотной области остаётся недоступной.

Для изучения функционирования и синтеза схем на основе ОУ и коммутируемых конденсаторов, особенностей и ограничений их моделирования (анализа) в частотных областях, на кафедре радиоэлектронных и телекоммуникационных систем Рыбинского государственного авиационного технического университета им. П.А. Соловьёва в рамках студенческой научной работы проводятся работы по созданию библиотеки функционально-параметрических моделей (ФПМ) узлов и структур на коммутируемых конденсаторах, а также функциональных генераторов синхроимпульсов. Библиотека ориентирована на использован

ие в составе широко распространённого схемотехнического PSpice симулятора MicroCAP.

ФПМ построены по принципу современных технологий объектно-ориентированного программирования, свойственных языкам высокого уровня.Т.о., они, как и создаваемые на их основе программируемые аналоговые узлы, соответствуют четырём основным требованиям:

1) абстракция – разработанные ФПМ имеют чётко определённые концептуальные и функциональные границы, в т.ч. условное графическое изображение;

2) наследование – ФПМ являются конструкторскими единицами, обладающими собственными индивидуальными свойствами, например, электрическими связями, сопротивлениями ключей в открытом и закрытом состоянии, временным защитным интервалом, частотой коммутации и т.п., при одновременном наследовании базовых свойств исходных родительских моделей компонентов, из которых они собраны;

3) полиморфизм – ФПМ допускают изменение свойств родительской модели с целью приобретения новых или изменения существующих без потери качества функционирования. Благодаря этому возникает возможность создавать (синтезировать) ФПМ с одинаковой спецификацией и различной схемотехнической реализацией, а также изменять структуру модели в процессе наследования;

4) инкапсуляция – ФПМ, а также создаваемые на их основе типовые структуры программируемых аналоговых узлов, поддерживают возможность структуризации и объединения в общности – классы с целью оптимизации проектирования и моделирования создаваемых или изучаемых электронных устройств. При этом проектировщику предоставлена возможность не задумываться о сложности реализации используемых ФПМ (что у него внутри? как он работает?), а взаимодействовать с ним посредством предоставляемого интерфейса (в используемом PSpice симуляторе MicroCAP этот интерфейс сформирован директивами «define», «parameters», «help»), а также объединить и защитить важные для компонента данные (параметры).

Параметры для оценки качества трассировки ПП

Исаев В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
isaevtver@gmail.com

Современная техника настолько сложна, что предсказать работоспособность прибора на стадии проектирования крайне сложно. Поэтому так важно отслеживать изменение параметров, влияющих на работоспособность печатной платы ПП на этапе конструирования. К данным параметрам относятся длина проводника, его ширина и токопроводящая способность, количество слоев,

количество переходных отверстий, отношение диаметра этих отверстий к толщине ПП и многое другое. Однако в настоящее время многие специалисты в качестве оценки трассировки ПП ограничиваются лишь количеством переходных отверстий.

Трассировка печатных плат по-прежнему является довольно сложной процедурой для автоматизации. Связано это с тем, что нет четкой взаимосвязи между критериями, влияющими на качество печатной платы.

В рамках исследовательской работы на кафедре 307 МАИ сформировано уравнение весовых коэффициентов с отобранными параметрами:

1 Суммарная длина связей;

2 Количество слоев;

3 Класс точности печатной платы;

4 Отношение диаметра отверстия к толщине печатной платы;

5 Максимальная (минимальная) плотность тока проводника;

6 Процент металлизации на наружных и внутренних слоях;

7 Разница между процентом металлизации на зеркальных слоях.

На основе этих параметров составлено уравнение весовых коэффициентов и подобраны сами весовые коэффициенты. Кроме того, составлен опросник для рассылки между предприятиями. Результаты опроса будут обработаны методом экспертных оценок и с помощью этих результатов весовые коэффициенты будут скорректированы, а параметры, возможно, дополнены.

Организация технологического процесса с использованием технологий дополненной реальности

Казаков А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Краюшкин В.А.
МАИ, Москва
zozgozog@gmail.com

В настоящее время в России существует недостаток квалифицированных рабочих на рынке труда. В результате работодатели вынуждены нанимать людей, не имеющих должного уровня подготовки. В мировой практике эта проблема решается несколькими способами:

• Организация поточного производства (снижение вариативности и сложности технологических операций приходящихся на одно рабочее место).

• Автоматизация производства.

• Организация обучения сотрудников как внутреннего, так и обеспечение получения среднего специального или высшего образования, параллельно с работой на производстве.

Организация поточного и автоматизированного производства возможна далеко не на всех предприятиях, как правило, введение подобных систем целесообразно только для среднесерийного, крупносерийного и массового производств. Больше всего от нехватки квалифицированных рабочих на рынке труда страдает мелкосерийное и единичное производства. Такие предприятия не всегда способны обеспечить своих сотрудников должным обучением за свой счет и в результате вынуждены либо предлагать своим рабочим зарплаты выше среднерыночных, либо довольствоваться низкими качеством и производительностью труда.

Решением этой проблемы может стать система автоматизированной информационной поддержки рабочих с использованием средств дополненной реальности.

Разработку технологического процесса с использованием технологий дополненной реальности можно разделить на два основных этапа:

• Разработка интерфейса, позволяющего проектировать виртуальные технологические инструкции в виде трехмерных моделей изделия и комплектующих, анимированных соответственно производственному процессу.

• Разработка системы отображения виртуальных технологических инструкций в дополненной реальности и их привязки к собираемым изделиям.

В работе рассмотрен пример организации такого процесса для ТНТ радиомонтажа. Виртуальная технологическая инструкция будет представлять собой трехмерную модель платы, на которой будут появляться модели монтируемых элементов в порядке их установки, при необходимости будет добавляться текстовая информация об особых требованиях к их монтажу.

Система отображения будет состоять из очков дополненной реальности на которые будет заранее записана или поступать по беспроводному соединению виртуальная технологическая инструкция. В случае радиомонтажа привязку технологической инструкции к изделию удобнее всего производить

по рисунку шелкографии на плате, анализируя его при помощи технологий компьютерного зрения и нейросетей. Для улучшения определения положения точки зрения монтажника допускается закрепление на рабочем месте “якорных” устройств.

Внедрение подобных систем в производство значительно сократит время, требуемое для подготовки рабочих, и ускорит производственный процесс, так как избавит рабочих от необходимости изучать конструкторскую документацию. Оно позволит работодателям менее болезненно воспринимать текучку кадров, поскольку эффективность труда будет в меньшей мере зависеть от человеческого фактора.

Список литературы

1. Леус А.В. Применение технологии дополненной реальности и распознавания образов на производстве // Автоматизация в промышленности. 2014. №12. С. 35–37.

2. Бодрунов С.Д. Новое индустриальное общество. Производство. Экономика. Институты // Форсайт «Россия»: новое производство для новой экономики. 2016. Том I. С. 17–34.

3. Индикаторы образования: 2018 [Электронный ресурс]. – Статистические сборники ВШЭ. 2018.

Обеспечение безопасности при применении способа предварительной подготовки поверхности кремниевой подложки к технологическим операциям

Каримов А.Р., Абдулхаликова К.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Виноградов В.Ю.
КНИТУ-КАИ, Казань
almaz.karimov.1997@yandex.ru

По ГОСТу 12.1.007-76 "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности" [2] растворы, используемые в данном способе очистки, являются опасными веществами разного класса опасности, при работе с которыми необходимо жесткое выполнение техники безопасности.

Общие требования безопасности к лабораторному оборудованию установлены ГОСТ 12.2.003-91 и ГОСТ 12.3.002-2014.

1. Перед началом работы в лаборатории работнику необходимо привести в порядок свою спецодежду; проверить исправность приточно-вытяжной вентиляции; проверить работу необходимых приборов; проверить наличие и целость стеклянной посуды; убедиться в исправности электроприборов и надежности их заземления; проверить освещенность рабочего места и т.д.

2. Опасные вещества могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья. Для работы с опасными веществами необходимы специальные фартуки и дополнительные средства защиты глаз и рук. Руки защищать следует с помощью резиновых перчаток и специальных нарукавников. Защита глаз осуществляется с помощью очков различных типов, а также щитков и масок. Работать с опасными химическими веществами необходимо в халате из хлопчатобумажной ткани.

3. При выполнении работ с выделением ядовитых газов, таких как диметилформамид и силан, из пункта 3.1 и 3.2 для безопасности дыхания при необходимости следует пользоваться респираторами, противогазами или другими средства индивидуальной и коллективной защиты.

3.1 При очистке кремниевой подложки от органических загрязнений применяем диметилформамид HCON(CH3)2 (высокоопасное вещество, 2-й класс опасности).. Удаление испарением остатков диметилформамида осуществляется при нагреве.

3.2 Удаление оксидной плёнки погружением кремниевой подложки в водный раствор плавиковой кислоты (чрезвычайно опасное вещество, 1-й класс опасности) с молярной концентрацией 0,05-0,09 моль/л;

$SiO_2+HF+nH_2O+mOH-+(m+1)H+ + F- = SiF_4\uparrow+ (n+2)H_2O + Si-mOH-+(m+1)H+ + F-$.

3.3 Отмывка поверхности кремниевой подложки изопропиловым спиртом C_3H_8O с молярной концентрацией 0,01-0,0125 моль/л;

У одноатомных предельных спиртов при вдыхании проявляется наркозоподобный эффект, который возрастает по мере увеличения летучести. Наивысшую летучесть имеет изопропиловый спирт. Спирты накапливаются в организме, раздражая слизистые, накапливаясь в крови [3].

4. Нанесение покрытия на кремниевую подложку 40±5% раствором канифоли (умеренно опасное вещество, 3-й класс опасности) в изопропиловом спирте C_3H_8O при помощи центрифугирования (опасность центрифугирование). Необходимо не оставлять без присмотра оборудование, защитно заземлять и занулять оборудование, использовать специальные технико-санитарные средства (ограждения, экраны, вентиляторы и др.), для снижения уровней производственных факторов до допустимых значений [4].

5. После окончания работы нужно выключать силовую электросеть, убрать рабочее место, вымыть и убрать посуду, поставить на место реактивы.

При оснащении рабочего места необходимо оборудовать его приточно-вытяжной вентиляцией, хорошим освещением и местом для хранения растворов первого класса опасности. Вентиляция должна быть включена заранее, за 10–15 минут до начала работы с опасными веществами, непрерывно работать все время нахождения персонала в помещении. Выключение вытяжки допускается только через 25–30 минут после конца работ. Опасные вещества надлежит хранить в хорошо вентилируемых закрытых и опечатанных шкафах [5].

Вывод.

Разработанная инструкция по технике безопасности при использовании способа предварительной подготовки поверхности кремниевой подложки к технологическим операциям должна обеспечить уменьшение опасных ситуаций при использовании опасных веществ в лаборатории и положительно сказаться на безопасности персонала.

Список литературы

1. Способ предварительной подготовки поверхности кремниевой подложки к технологическим процессам [Текст] /Абдулхаликова К.К, Вахитов Ф.Х, Пузанков Д.А; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ" (КНИТУ-КАИ)- №2017121479;заявл. 19.06.17; опубл. 19.06.18, Бюл. № 17 – 3 с.

2. ГОСТ 12.1.007-76 "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности" [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/5200233

3. Новый справочник химика и технолога. Реактивные вещества. Вредные вещества. Гигиенические нормативы. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. С. 112–115.

4. ГОСТ 12.2.049-80 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. – URL: https://allgosts.ru/13/100/gost_12.2.049-80.

5. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения) [Электронный ресурс]. – URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/397124/#i24157.

Автоматизация оценки качества проектов печатных плат и печатных узлов

Картавых Н.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
nikitakartavykh@gmail.com

В настоящее время отсутствует общая методика оценки качества проектов печатных плат и печатных узлов (далее – просто «плат»), что делает автоматизированную проверку затруднительной. Существует лишь программа InSide [1], оценивающая издержки производства при изготовлении плат по проектам заказчика. Но эта оценка односторонняя, не учитывающая конкретные оценки индивидуальности проектов, связанные не только с издержками производства, но и особенностями эксплуатации, частотным диапазоном и другими особенностями требований к проектам плат.

В производстве электроники разные подразделения отвечают за создание конструкций и производство печатной платы, поэтому автоматизация оценки проектов, несущая интегральную оценку необходима для оптимизации конструкторских решений на этапе проектирования, увеличения срока жизни производимых изделий и сокращения времени проектирования, поиска и исправления ошибок и недоработок в печатных платах и печатных узлах на разных этапах производства.

Обычный цикл производства печатной платы от идеи до испытательных стендов длится несколько месяцев. И если после этого выявляются ошибки и несоответствия, весь цикл приходится запускать сначала с соответствующими финансовыми и временными издержками. При наличии автоматической системы оценок качества проекта платы и её отдельных слоёв сократит время поиска исправления неявных недоработок.

Методика оценки качества готовых проектов плат производится по различным параметрам, в том числе зависящим от назначения данных печатных плат. Одни из примеров ранжирования оценок: средняя длина печатных проводников, количество переходных отверстий, взаимное расположение теплонагруженных элементов и теплозависимых, взаимное расположение высокочастотных элементов и т.п. На основании этих данных строится рейтинговая оценка печатной платы в целом и отдельных её слоёв. Такая оценка показывает степень качества проекта платы.

Применение синтеза VR технологий и математического моделирования в учебном процессе

Каршиев Н.Т.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Краюшкин В.А.
МАИ, Москва
smeshno96@gmail.com

Учебный процесс включает в себя несколько составляющих. В том числе лабораторные работы, в процессе которых студенты изучают принципы работы и создания устройств. К сожалению, огромное количество учебных заведений не располагают широкой материально-технической базой, а существующая – уже давно не является современной и высокотехнологичной.

С ростом популярности VR технологий становится возможным создание не только развлекательного контента, но и различных интерактивных пространств, успешно применяемых в различных сферах деятельности. Комбинируя эти технологии с математическим моделированием, можно получить такое виртуальное пространство, взаимодействие с которым будет максимально приближено к работе реальных стендов и лабораторий. Именно такой подход был использован для решения описанной выше проблемы. Внедрение разработок подобного рода позволит отказаться от покупки некоторых элементов дорогостоящего лабораторного оборудования, комплектующих и расходных материалов, а также сможет заменить существующие устаревшие лабораторно-демонстрационные стенды.

Для проверки реализации описанного выше метода за основу была взята лаборатория производства печатных плат. Были выбраны участки прессования и травления печатных плат, а также разработаны математические модели физических процессов, присущих тем, которые реально выполняются на данных участках.

В ходе данной работы построены математические модели процессов прессования и травления печатных плат, создано виртуальное пространство, функционирование физических процессов внутри которого осуществляется согласно описанным математическими моделями законам.

В дальнейшем рассматривается создание пространства для возможно опасных исследований на основе данного решения.

Лабораторная малогабаритная универсальная двухзоновая паяльная станция-печь с независимыми каналами управления

Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
zhandos.141.00@mail.ru

Образовательные стандарты высшего образования 3-го поколения и, особенно, программы прикладного бакалавриата, ориентированы на формирование у выпускника практических, необходимых для современного наукоёмкого производства, знаний умений, умений и навыков. Важное место в учебном процессе вуза отводится лабораторным практикумам и производственной работе, выполняемой на старших курсах в рамках прохождения производственных практик.

Выпускающая кафедра радиоэлектронных и телекоммуникационных систем Рыбинского государственного авиационного технического университета, осуществляющая подготовку прикладных бакалавров по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (профиль подготовки «Сквозное проектирование и производство электронных и радиоэлектронных средств и систем различного назначения»), особое внимание уделяет вопросам так называемой «последней мили». К этим вопросам относятся практическое изучение и освоение технологических процессов и приёмов монтажа, пайки и настройки электронных и радиоэлектронных средств и сфера технологической подготовки производства.

Для успешного решения задач, поставленных перед кафедрой предприятиями-партнёрами, необходимо разработать и внедрить комплекс технологического оборудования, способного выполнять требуемые технологические операции, воспроизводить реально существующие технологические процессы, формировать у выпускника навыки практической работы и предоставлять техническую платформу для выполнения научных исследований. Дополнительно, для формирования требуемых компетенций, планируется в рамках производственной работы, выполняемой на проектно-технологической и технологической производственных практиках, осуществлять подготовку студентов по рабочим профессиям «Монтажник радиоэлектронной аппаратуры» и «Регулировщик

радиоэлектронной аппаратуры и приборов» со сдачей профессионального экзамена и присвоения 3-го уровня квалификации (2-го разряда) с выдачей соответствующего документа.

Практическое профилирование и непосредственное участие в технологических процессах такого рода имеет особенно важное значение для иностранных студентов, лишённых доступа к оборудованию на промышленных оборонных предприятиях, с которыми сотрудничает выпускающая кафедра.

Одним из компонентов комплекса технологического оборудования является лабораторная малогабаритная универсальная двухзоновая паяльная станция-печь с независимыми каналами управления.

Паяльная станция представляет собой моноконструкцию 170x150x70 мм внутри и на поверхности которой смонтированы следующие компоненты:

1) сменный ИК модуль «нижней» рабочей зоны, позволяющий устанавливать керамический (длинноволновый) или кварцевый (коротковолновый) излучатель мощностью до 500 Вт, максимальной температурой на поверхность не менее 400 градусов Цельсия и площадью рабочей зоны 130x130 мм;

2) два независимых программируемых одноканальных PID регулятора с индикацией текущей и заданной температуры, возможностью программирования до 30 шагов (сегментов) технолога, формирования независимого термопрофиля, возможностью передачи данных на внешний персональный компьютер или рабочую станцию по каналам связи RS485/RS232 для визуализации термопрофиля и формирования электронного архива;

3) программируемый таймер для управления дополнительным оборудованием;

4) два твердотельных оптоэлектронных реле для управления излучателями;

5) две точечные термопары для установки на паяемый или демонтируемый элемент или на поверхность печатной палаты.

В такой конфигурации станция выполняет функцию паяльного и подогревающего стола и может использоваться для односторонней пайки и демонтажа малогабаритных электронных узлов с SMD или выводными компонентами, в т.ч. силовых массивных электрорадиоэлементов и трансформаторов.

На станцию дополнительно может быть установлена перемещаемая в трёх координатах паяльная ИК головка «верхней» рабочей зоны мощностью до 450 Вт с рабочей площадью 60x60 мм, точечной подсветкой, лазерным целеуказанием горячей зоны и вентилятором «мягкого» охлаждения горячей зоны. Так же, как и для «нижней» рабочей зоны предусмотрена установка керамического и кварцевого ИК излучателя. В такой конфигурации станция выполняет функцию пайки и демонтажа BGA компонентов и выполнения операций реболлинга.

При демонтируемом верхнем излучателе паяльная станция может быть установлена в термоизолированный бокс, в верхней «сфере» которого размещены цилиндрические быстросъёмные кварцевые или керамические ИК излучатели. Для формирования равномерного температурного поля по рабочему объёму в камере установлен низкооборотный вентилятор, управляемый аварийным каналом PID регулятора «верхней» зоны. Рабочая камера имеет необходимую площадь остекления с целью наблюдения за процессом пайки и возможности видеорегистрации с целью изучения процессов групповой пайки большому количеству студентов. В такой конфигурации станция выполняет функцию паяльной печи.

Формирование функции линейного управления ШИМ-преобразователем для непрерывного электропитания массива термоэлектрических элементов в составе универсального технологического комплекса

Клочков К.А., Бесшапошникова А.П.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
klochkov19994816letomail@mail.ru

Одним из основных компонентов автоматизированного универсального технологического комплекса, предназначенного для калибровки климатических испытаний тепловизионных устройств с малой и средней оптической апертурой и разрабатываемого в рамках совместной научно-практической деятельности СКтБ выпускающей кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем Рыбинского государственного авиационного университета имени П.А. Соловьёва, является функционально и конструктивно завершённый модульный ИК протяжённый калибровочный излучатель (МИКПКИ).

В свою очередь, одним из главных конструктивных элементов МИКПКИ является модуль управления, в состав которого входят:

• Программируемый PID-регулятор XMTG-838CPK с выходом 4-20 мА, системой программирования до 30 команд (шагов технолога) и каналом связи с внешним ПК RS-485 с целью обмена данными, визуализации и регистрации термопрофиля;

• Модуль реверсируемого высокочастотного линейного ШИМ 12В/50А для управления термоэлектрическими модулями излучателя (ТЭМ);

• Преобразователь интерфейсов «4-20ма/0-10В»;

• Линейный инвертор управляющего напряжения;

• Таймер защиты ТЭМ при переключении полюсов питания;

• Измеритель-индикатор температуры на «горячей» стороне ТЭМ;

• Элементы управления и индикации режимов функционирования.

Опытный образец МИКПКИ изготовлен на базе стандартных, серийно выпускаемых, функционально и конструктивно завершённых компонентов, поэтому для их взаимного сопряжения требуется решение дополнительных функциональных и схемотехнических задач.

Одной из таких задач является согласование линейного выхода программируемого PID-контроллера XMTG-838CPK с выходом «4…20 мА» и входа управления «0…5 В» высокочастотного ШИМ-преобразователя с мощным выходом 12 В, 50 А для реверсируемого питания термоэлектрических модулей.

Первоначальное преобразование сигнала из «4…20 мА» в «0…5 В» выполняет покупной, мультидиапазонный регулируемый оптико-электронный модуль (конвертор интерфейсов), имеющий, как и все остальные компоненты комплекса, однополярное электропитание 12 В.

Для управления выходом ШИМ-преобразователя, также предстающего собой покупной модуль, необходима инверсная, по отношению к имеющейся, функция управления «5…0 В». Внесение изменений в покупные стандартные узлы нежелательно и нецелесообразно, т.к. они являются функционально и конструктивно завершёнными и при выходе из строя должны быть оперативно заменены. Следовательно, для решения задачи формирования «инверсной» функции управления необходима разработка дополнительного узла с учётом ограничений по электропитанию и необходимости сохранения линейности и целостности сигнала.

Наиболее оптимальным способом решения данной задачи является использование вычитателя, построенного на основе операционного усилителя по классической схеме. Наиболее важными требованиями к операционному усилителю (ОУ) являются возможность эффективной работы при однополярном питании и низкий уровень выходного напряжения, близкий к нулю. Однако из-за использования однополярного электропитания, выходной потенциал вычитателя будет значительно отличаться от нулевого и доходить до 350 мВ и более. При этом устранение данного недостатка невозможно осуществить вешней регулировкой, в т.ч. коррекцией (сдвигом) диапазона выходного сигнала «0…5 В» конвертора интерфейсов. Ненулевой сигнал управления ШИМ-преобразователем не позволит получить полное отключение ТЭМ, что приведёт к нарушению целостности функции управления, невозможности автоматического вычисления и коррекции требуемых PID коэффициентов и, в конечном счёте, к невозможности формирования заданного равнотемпературного поля ИК излучателя.

В классической схеме вычитателя в цепях обратных связей прямого и инверсного входов с целью снижения рабочих токов, увеличения входных сопротивлений и повышения стабильности работы электронного узла используются сопротивления номиналом 100 кОм. Компьютерное имитационное моделирование и практическое макетирование такого узла с указанными сопротивлениями и ОУ, с отвечающими задаче параметрами, показало невозможность получения близкого к нулю выходного сопротивления. При этом установка на выходе ОУ снижающих потенциал элементов, таких как диоды или транзистор по схеме повторителя также не приводит к положительному результату.

Между тем учитывая такие факторы, как выходное сопротивление конвертора интерфейсов, также построенного на базе ОУ и, следовательно, имеющего низкое выходное сопротивление, и входное сопротивление канала управления ШИМ-преобразователя порядка 30 кОм, приемлемое решение по уровню выходного напряжения при сохранении схемы классического вычитателя удаётся получить при использовании сопротивлений номиналом 10 кОм (включая многооборотное переменное сопротивление, задающее потенциал на прямом входе ОУ). Такой вычитатель на базе ОУ серии LM904/LM2904 позволяет получить линейный выходной диапазон от 5В до 15 мВ, благодаря чему удаётся максимально полно использовать потенциал ШИМ-преобразователя.

испытаний на воздействия, вызывающие немедленную и накапливаемую реакцию электронного оборудования

Клочков К.А., Бесшапошникова А.П.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
klochkov19994816letomail@mail.ru

С каждым годом расширяются практические сферы использования тепловизионных устройств, систем и комплексов, построенных как на основе интегральных микроболометров с высоким разрешением, так и на основе более простых и более дешёвых термопарных матриц.

В Вооружённых Силах России тепловизионные устройства представлены не только в стрелковом вооружении, но и в бронетанковой технике и авиационных комплексах в формате электронно-оптических систем большой оптической апертуры с широкоформатными объектами, требующими для калибровки использования протяжённых ИК излучателей (имитаторов абсолютно чёрных тел) с рабочей площадью не менее 300х300 мм и тепловым градиентом (неравномерностью) менее 0.1 градуса Цельсия.

Разработка автоматизированных технологических калибровочных комплексов такой площади является сложной технической и научной задачей.

Однако и спектр применения авиационных тепловизионных приборов двойного назначения со средней и малой оптической апертурой также расширяется год от года.

В качестве примеров можно привести управляемые и беспилотные летальные аппараты самолётной и вертолётной схем, используемые для поиска и сопровождения различных целей при спасательных и силовых операциях, в ЖКХ (анализ теплотрасс, выявление несанкционированных свалок и т.п.), в линейных энергосетях.

Авиационные тепловизионные комплексы средней и малой оптической апертуры отличаются от носимого, возимого и стационарного наземного оборудования прежде всего тем, что подвержены активному воздействию окружающей среды (температура, снег, град дождь, туман, пыль) и влиянию вибраций и динамических перегрузок, вызывающих немедленную и накапливаемую реакцию электронно-оптического оборудования. Важно отметить, что влияние окружающей среды сильно сказывается на параметрах, характеристиках и качестве работы тепловизионного оборудования.

Как правило, калибровка такового оборудования происходит в стационарных условиях. При этом используется т.н. многоточёчная коррекция по температурным плоскостям, т.е. для вычисления корректирующих коэффициентов учитывается влияние температуры среды эксплуатации.

Вместе с тем калибровка только «по температуре» не может гарантировать эффективную работу авиационного и подвижного, установленного на автомобильное или гусеничное шасси, тепловизора в условиях реальной эксплуатации. Т.е. полноценную калибровку необходимо проводить в универсальной камере, позволяющей имитировать воздействие окружающей среды и параллельно проводить указанные выше испытания пусть даже в ограниченном формате.

Такая испытательная и калибровочная процедура должна быть доступной не только в стационарных условиях выпускающих и ремонтных предприятий, но и на уровне полевых лабораторий, что имеет существенное значение для Российских войсковых операций и операциях МЧС.

По заданию предприятия-партнёра АО «Ростовский оптико-механический завод» в студенческом конструкторско-технологическом бюро (СКтБ) выпускающей кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем Рыбинского государственного авиационного университета подготовлен проект прототипа такого модульного комплекса. В настоящее время проводятся работы по монтажу и настройке его основных составляющих: испытательного климатического бокса, малого протяжённого ИК-излучателя и систем автоматического управления.

К отличительным особенностям комплекса относятся:

• Использование единой термоэлектрической платформы на основе реверсируемых высокоэффективных термоэлектрических модулей для статического и динамического формирования положительных и отрицательных температур и управляемых воздействий агрессивных сред в замкнутом объёме. Благодаря такому решению существенно снижаются энергопотребление, стоимость комплекса и массогабаритные показатели по сравнению с существующими отечественными и зарубежными аналогами;

• Объединение в одном комплексе и в одном временном интервале возможностей для исследования одновременного влияния нескольких разнородных дестабилизирующих процессов как независимо друг от друга, так и в управляемой программируемой совокупности;

• Использование комбинированной ступенчатой воздушно-гидравлической системы охлаждения, в т.ч. на основе аналогичных термоэлектрических модулей.

Модульная конструкция испытательной камеры позволяет эффективно решать задачи комплексных испытаний применительно к малогабаритным объектам.

Особенностью выполняемого проекта также является возможность изготовления данного изделия силами СКтБ за счёт использования типовых модулей, отсутствия «горячих» процессов (например, пайки) и технологических процессов, требующих наличия специального формообразующего оборудования.

Технологическое оборудование может эффективно использоваться в условиях производства, войсковых и полевых лабораториях, а также в учебном процессе бакалавров и магистров для решения учебных практических и научно-исследовательских задач.

Разработка электронного блока пульсоксиметра на основе рефракционного принципа измерения степени насыщения артериальной крови кислородом

Конарева О.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ларионов А.Е.
МАИ, Москва
oly12.ru@mail.ru

Пульсоксиметрия является неинвазивным методом измерения процентного содержания оксигемоглобина (гемоглобин, у которого каждая молекула включает 4 молекулы кислорода) в артериальной крови, или сатурации. Сущность оптического чрескожного определения сатурации состоит в измерении на различных длинах волн поглощения или отражения фотопотока исследуемым фрагментом тела человека (обычно ушной раковины, пальца, межпальцевых складок) [Л].Точность этих двух методов примерно одинаковая.

В настоящее время наибольшее внимание уделяется разработке пульсоксиметров, принцип работы которых основан на отражённой (рефракционной) пульсоксиметрии. Эти приборы носимые, с виду напоминающие фитнес-браслет. Излучающий и принимающий датчики, в этом случае, располагаются рядом, поэтому они подходят для более универсального применения на таких частях тела как лоб, ноги и грудь.

Главными элементами пульсоксиметра являются два излучателя: красного и инфракрасного света, поглощаемый соответственно дезокси- и оксигемоглобином, а также фотоприёмник (полупроводниковый фотодиод), который воспринимает и измеряет фотопоток. Далее после аналого-цифрового преобразования микропроцессорное устройство производит соответствующие вычисления, используя занесённую в память калибровочную зависимость и определяет значение сатурации.

Работа посвящена разработке электронного блока с использованием схемотехнических решений, которые обеспечат минимизацию влияния на результаты измерения электрических, оптических и физиологических помех, а также повышения точности измерения требуемого параметра.

Литература

Илясов Л.В. Биомедицинская аналитическая техника: Учебное пособие. – СПб.: Политехника, 2012. – 350 с.

Первичный преобразователь тока на силе Ампера

Коробков М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
josef_turok@bk.ru

В современных реалиях велика потребность измерения токов различных диапазонов, например, в проектах «умный дом», где необходимо определять потребление бытовых приборов, или в технологии «умных сетей электроснабжения» (smart-grid).

На начальном этапе исследования проведен аналитический обзор существующих методов и средств, связанных с решением задач измерения токов различных диапазонов. Результатом обзора стало выделение трёх существующих концепций: шунт, трансформатор тока и датчик, основанный на эффекте Холла. Недостатком датчиков первого типа является отсутствие гальванической развязки, второго — неспособность измерения постоянного тока, третьего — высокая цена. Целью работы

является разработка первичного преобразователя тока, в котором минимизированы перечисленные недостатки.

Предложено использовать явление взаимного притяжения параллельно идущих проводников, а для съема информации о силе их взаимодействия — эффект оптического туннелирования.

Составлена последовательная схема преобразований силы Ампера в эквивалентное напряжение, предоставляемое пользователю на вход информационно-измерительной системы. Разработана структурная и функциональная схемы. К основным узлам датчика можно отнести: токочувствительный контур, преобразователь микроперемещений на оптическом туннельном эффекте (ОТЭ), а также преобразователь «ток-напряжение». Токочувствительный контур параллелен проводнику, сила тока в котором подлежит измерению, и состоит из проводника, на котором установлен ток нормированной величины. Преобразователь на ОТЭ состоит из следующих элементов: кварцевых прямой треугольной призмы, мембраны и плоскопараллельной линзы, светодиода и фотодиода, и предназначен для изменения передаваемой через призму оптической мощности на фотодиоде в зависимости от приложенной к мембране силы. Преобразователь «ток-напряжение» состоит из трансимпедансного усилителя и инвертора напряжения.

Разработана математическая модель преобразователя, произведено моделирование в программном пакете Mathcad. По результатам его исследования определены параметры входящих в систему элементов и получена зависимость выходного напряжения от силы тока на входе.

В ходе дальнейшего исследования рассматриваются следующие возможности модернизации: введение контура обратной связи для расширения измеряемого диапазона, миниатюризация и интеграция датчика на печатное основание, так как в настоящее время предполагается его установка на провод.

Исследование методик расчета среднего времени восстановления сложных электронных систем

Королев П.С., Бурдюг В.В., Мухаметов Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полесский С.Н.
НИУ ВШЭ, Москва
pskorolev@mail.ru

Системы хранения данных (СХД) являются сложными электронными устройствами, которые включают в себя ряд составных частей, таких как процессор, системная память, жесткие диски, системная плата, сетевая карта, источник вторичного электропитания и другие составляющие.

Проектирование ЭУ, в частности, СХД, является многоэтапным процессом. И одним из этапов является обеспечение надежности, т.е. удовлетворение численным значениям характеристик следующих комплексных свойств: безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтопригодность. Последнее напрямую зависит от свойства контролепригодности.

Роль контролепригодности при проектировании электронных устройств заключается в том, что данное свойство позволяет повысить коэффициент готовности КГ и вероятность безотказной работы Р для изделия, снизить трудоемкость и стоимость эксплуатации, а также повысить их ремонтопригодность [1].

Согласно ГОСТ [2] или [3], электронные устройства, которые относятся к категории изделий многократного циклического применения, а также восстанавливаемые (СХД удовлетворяет данным требованиям), необходимо определять среднее время восстановления ТВ и коэффициент готовности КГ.

В оценке контролепригодности наиболее важными являются показатели, которые характеризуют приспособленность объекта к восстановлению. Основной характеристикой этого свойства является величина, которая называется временем восстановления ТВ.

Для упрощения расчета учтены только основные составные части СХД: процессор, системная память, жесткий диск (8 единиц), системная плата, плата управления и расширения портов HDMI и VGA, сетевая карта, блок питания (2 единицы).

Проведенный обзор и анализ различных литературных и интернет-источников позволяет выделить три основные методики расчета среднего времени восстановления сложных технических систем:

• Отраслевой стандарт ОСТ 4Г 0.012.242-84 [4] устанавливает порядок расчёта среднего времени восстановления радиоэлектронной аппаратуры. Результаты расчетов в этом случае показали ТВ = 1.605 ч.

• Стандарт MIL-HDBK-472 [1] позволяет проводить прогнозирование ремонтопригодности в программе Windchill Maintainability.. В случае этой методики ТВ = 0.145ч.

• Работа [5] посвящена иной методике, где учитывается глубина контроля. Результат расчетов по последней методике дал результат: ТВ = 1.328

Из полученных результатов, видно, что численные значения среднего времени восстановления ТВ для указанной ранее СХД различны. Явное различие наблюдается между отечественными методиками и иностранной.

В заключении необходимо отметить, что на сегодняшний день разработано немалое количество методик для расчёта среднего времени восстановления и их объединение позволит уменьшить неоднозначности по его вычислению. Для оценки комплексных показателей надёжности, которые учитывают одновременно несколько свойств надёжности, используются специальные модели расчёта.

Для рассмотренных в работе методик разработана прикладная программа, которая позволяет оценивать среднее время восстановления сложных технических систем.

Список литературы

1. MIL-HDBK-472. Maintainability prediction. Military Standardization Handbook. [Дата введения 1966-05-24]. (Руководящий документ).

2. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. [Дата введения 1992-01-01]. – М.: МО РФ, 1992. (Руководящий документ).

3. ГОСТ РВ 20.39.303-98. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к надежности. Состав и порядок задания. [Дата введения 1998-07-01]. – М.: МО РФ, 1998. (Руководящий документ).

4. ОСТ 4Г 0.012.242-84. Аппаратура радиоэлектронная. Методика расчета показателей надежности. [Дата введения 1986-01-01]. – М.: МО РФ, 1986. (Руководящий документ).

5. Каракаев А. Б. А.В. Луканин. Исследование основных зависимостей между показателями надежности и показателем глубины контроля судового электрооборудования // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2016. №3(37). С. 180–192.

Технические решения, направленные на повышение эффективности управления мобильными роботами

Котова А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.
МАИ, Москва
Kotic_96@mail.ru

К основным направлениям исследований при создании автономных роботов относятся следующие: управление роботом и оценка положения робота, оценка геометрии местности и свойств поверхности, машинное зрение[1]. Важным техническим элементом системы управления робототехникой является подсистема торможения. К тормозной системе мобильных роботов предъявляются высокие требования. Она должна обеспечивать возможность быстрого снижения скорости и полной остановки робота в указанном месте при различных параметрах движения.

Сравнительный анализ тормозных систем, позволяет сделать вывод, что необходимыми качествами торможения обладают электрические тормозные системы.

Совершенствование системы управления возможно на основе разработки технических решений в направлении разработки новых конструктивных и программных комплексов.

В области совершенствования электромеханических механизмов роботов предлагается использовать шаговые двигатели для управления подвижными элементами. С целью уменьшения массогабаритных показателей двигателя, считаем, что на начальном этапе достаточно рассмотреть применение шагового двигателя с двумя обмотками. Управление шаговым двигателем предполагается осуществить на основе микроконтроллера.

Программно-алгоритмическим решением является усовершенствование алгоритма тормозной системы, представляющий собой описание последовательности действий по выбору подходящего режима движения, после получения сигнала управления и его сравнения с хранящимися значениями переменных, и дальнейшую передачу необходимых параметров на исполнительные элементы мобильного робота.

В настоящем исследовании представлены основные предпосылки реализации технических решений для разработки системы торможения и ее системы управления, по результатам анализа были сформированы основные функции, которые должны быть реализованы в современной системе управления роботов.

Литература
Киселев Д.В. Управление мобильным роботом в неопределенных условиях на основе нечеткой логики: Автореф… дис. канд. техн. наук. – М.: МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2002. – 175 с.

Разработка и исследование модуля преобразования сигналов термопар

Малашкевич И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Лыгина И.Ю.
МАИ, Москва
axsenovm@gmail.com

Целью данной работы является разработка конструкции и исследование модуля преобразования сигналов термопар, предназначенного для преобразования сверх низких напряжений с датчиков практически без потерь значений сигналов, и исследование элементной базы. Для разработки данного устройства использовались системы проектирования P-CAD 2006, а также Solid Works, которая дает возможность разработать наглядную пространственную 3D модель печатной платы.

Исходные данные для разработки:

• Напряжение постоянного тока 27 ± 6В;

• Ток потребления изделия не более 14А;

• Мощность, потребляемая изделием, должна быть не более 0,3 кВт;

• Компенсации температуры холодного спая термопар Т1..Т8 (датчики температуры холодного спая должны быть установлены внутри изделия);

• Преобразования цифровых кодов, выдаваемых с датчиков, в значения физических параметров.

Для создания необходимой конструкции выполнялись следующие требования:

1. Выбрана компоновочная схема конструкции.
2. В системе САПР Solid Works разработана конструкция модуля преобразования сигналов термопар.
3. Проведен расчет механической прочности конструкции модуля преобразования сигналов термопар в среде Solid Works Simulation.
4. Проведен расчет вибропрочности конструкции модуля преобразования сигналов термопар в среде Solid Works Simulation.
5. Проведены исследования теплового режима при естественном воздушном охлаждении.

Результатом выполнения работы является современный, технологичный и высокоточный модуль преобразования сигналов термопар, выполняющий функции сбора и обработки поступающей информации с последующей передачей в систему автоматического управления бортового углеродного лазера. Проведено исследование работы аналогово-цифрового преобразователя 1446ПВ2У в составе изделия, для более точного преобразования аналогового напряжения в цифровой двенадцатиразрядный код. Разработан алгоритм программы обработки выходной информации с проверкой достоверности. Выпуск эксплуатационной документации содержащей пояснения принципа работы и технические данные.

Проблемы анализа топологии печатных плат

Минасян В.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
cooler-n2o-nos@ya.ru

Использовавшееся ранее послойное скальпирование печатных плат для анализа топологии имеет существенные недостатки:

1. Процесс занимает достаточно длительное время, зависящее от количества слоев.
2. При работе с гибкими печатными платами могут возникнуть проблемы со снятием слоев
3. Плата подвергается полному уничтожению.

Использование рентгенографического оборудования позволяет избавиться от этих проблем. Но при этом возникает проблема наложения рисунка проводников с разных слоев печатной платы. И если для двусторонней печатной платы еще возможно применение такого метода, то для многослойной платы опытным путем установлена невозможность установить принадлежность конкретного элемента конкретному слою. Поэтому для таких задач мною предложено использовать метод компьютерной томографии. Он позволяет построить трехмерную модель печатной платы, что позволит произвести анализ многослойной платы без ее уничтожения. При этом возникают

проблемы, связанные с необходимостью точной настройки работы программного обеспечения в соответствии с параметрами рентгенографической установки для исключения различного рода искажений. Исходя из проведенных мной исследований, основные искажения связаны с «заворачиванием» модели вокруг оси вращения платы из-за неправильных параметров геометрии установки, а также искажения в виде лучей вокруг плотных объектов, являющиеся результатом недостаточной мощности источника излучения. Минусом данного метода является ограничение на размер платы (порядка 30х50мм), что не позволяет использовать его для большинства плат. Исследования показали, что возможно построение модели с неполным набором данных, что позволит обойти это ограничение, используя наклон детектора относительно платы вместо специального модуля, вращающего плату, тем самым получая аналогичные проекции. Опытным путем установлено, что качество получаемого результата зависит от максимального угла наклона детектора.

Использование алгоритмов систем технического зрения на получаемых моделях с учетом параметров рентгенографической установки, позволит автоматизировать распознавание и измерение размеров проводников на слоях печатной платы.

Список литературы

1. Jen Beatty (2012), The Radon Transform and the Mathematics of Medical Imaging.
2. Toft, P. A., & Sørensen, J. A.(1996), The Radon Transform – Theory and Implementation.
3. Марусина М.Я., Казначеева А.О. (2006), Современные виды томографии.

Особенности построения комплексной системы электронной индикации и сигнализации современного магистрального пассажирского самолета

Мозгалева М.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
mozgaleva.m@mail.ru

Обеспечение безопасности полетов магистральных пассажирских самолетов является одной из приоритетных задач разработчиков летательных аппаратов(ЛА), их бортового оборудования, систем и приборов и актуальна на всех этапах жизненного цикла данных изделий.

В процессе полета экипаж в режиме реального времени должен, помимо положения ЛА в пространстве и состояния его бортового оборудования, следить за перемещениями окружающих самолетов, рельефом земной поверхности, метеообразованиями, контролировать параметры маршрута полета в продольной и боковой плоскостях, а также воспринимать и анализировать многую другую полезную информацию с использованием соответствующих бортовых информационных систем.

Одной из важнейших задач для обеспечения безопасной эксплуатации современных воздушных судов является правильная организация информационно-управляющего поля (ИУП) кабины экипажа с позиции осуществления интеллектуальной поддержки действий экипажа в процессе управления полетом.

Центральное место в составе ИУП современного магистрального пассажирского самолета принадлежит комплексной системе электронной индикации и сигнализации (КСЭИС).

В докладе рассматриваются следующие направления разработки КСЭИС:

• Структурная организация элементов КСЭИС;

• Взаимодействие элементов КСЭИС с датчиками первичной полетной информации и подсистемами общесамолетного оборудования;

• Методы представления экипажу визуальной, звуковой и тактильной информации, позволяющие оптимально ее анализировать и принимать решения в минимальное время;

• Особенности аппаратной реализации устройств, предоставляющих экипажу визуальную, звуковую и тактильную информацию о параметрах полета ЛА.

Исследование внешнего дыхания человека с целью разработки прибора для определения фаз дыхания человека

Мочалова Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шишов Д.М.
МАИ, Москва
mochalovaelizabeth@yandex.ru

Внешнее дыхание человека – один из важнейших биомаркеров состояния организма, который возможно измерить неинвазивными методами. Изменение частоты и глубины дыхания сильно влияет на организм в целом и может быть как следствием повышенной физической нагрузки, так и свидетельствовать о различных патологиях в работе органов дыхания. Целью данной работы является изучение внешнего дыхания человека для дальнейшей разработки прибора.

В настоящее время для диагностики пульмонологических заболеваний одним из методов подтверждения диагноза является рентгенография – создание рентгеновского снимка легких в обзорной (прямой) и боковой проекциях. Данный метод применяется достаточно широко из-за относительной дешевизны и доступности оборудования в областных центрах и в удаленных населенных пунктах. Этот метод используется при таких симптомах, как высокая температура без видимых симптомов ОРВИ, кашель более двух недель, хрипы в легких, затрудненное дыхание, отдышка. Причиной могут быть такие болезни, как пневмония, бронхит, обструктивные изменения в легких, аллергический кашель, инородное тело в легких, туберкулез. Создание качественного рентгенологического снимка легких предполагает задержку дыхания на глубоком вдохе или полном выдохе. Люди пожилого возраста, дети младшего детского возраста, а также лица, находящиеся в бессознательном состоянии не способны, или имеют значительные трудности с задержкой дыхания на время, необходимое для проведения рентгенографии. Без задержки дыхания вероятность получения неинформативного снимка значительно возрастает, что приводит к необходимости проведения повторной процедуры и увеличению лучевой нагрузки на пациента. Одним из путей решения данной проблемы является отслеживания дыхания пациента и его учёт при создании рентгенологического снимка.

В настоящее время для неинвазивного отслеживания дыхания применяются аускультация, спирография, капнография, пульсоксиметрия, реография, а также мобильные мониторы дыхания. Ввиду специфики работы рентгенологического кабинета отслеживание невозможно осуществить вручную и должно производиться в реальном времени. Большая часть методов требует большого количества специальной аппаратуры, четкого выполнения алгоритмов проведения, что остается недоступным детям и лицам, находящимся в бессознательном состоянии. Для данных категорий лиц с учетом требований по уровню лучевой нагрузки в настоящее время возможно использование только методов с применением монитора дыхания.

В ходе выполнения данной работы были собраны данные о различиях дыхания у разных возрастных групп, выделены характерные особенности дыхательного цикла. Изучены существующие технические решения, а также предложен новый метод, основанный на отслеживании фаз дыхания человека.

Результаты данной работы являются теоретической базой для разработки монитора фаз дыхания человека с автоматическим определением максимальной и минимальной наполненности легких.

Список литературы

1. Физиология человека (Том 2). / Под ред. Шмидт Р. Тевса Г. – М.: МИР, 2005.
2. Шурыгин И. А. Мониторинг дыхания: пульсоксиметрия, капнография, оксиметрия. / Шурыгин И. А. – СПб.: "Невский Диалект"; М.: "Издательство БИНОМ", 2000. – 301 с.
3. Рентген грудной клетки. Показания и противопоказания. Методика проведения. / URL: https://www.tiensmed.ru/news/rentgengrudi1.html#pod5 (дата обращения к ресурсу 22.02.19)
4. Аускультация как метод исследования. Основоположники метода. Способы аускультации. / URL: https://studfiles.net/preview/5242668/page:9/ (дата обращения к ресурсу 22.02.19)

Оценка деформации печатных плат

Никитин С.А., Поздняков К.Е., Хомутская О.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
nsa010995@gmail.com

Печатные платы (ПП) являются основой современных электронных систем. Постоянная миниатюризация, интеграция всё большего количества компонентов, тенденции увеличения функциональности и ответственности применения электроники в целом ведут к усложнению технологических процессов изготовления ПП, в связи с чем становится все сложнее контролировать допуск на деформацию конечной многослойной структуры, что имеет решающее значение на выход годной продукции ПП и печатного узла при дальнейшей сборке.

Процесс производства ПП, в зависимости от ее сложности, включает в себя большое количество этапов. Наибольшее же негативное воздействие оказывают следующие основные этапы:

1. Этап прессования, целью которого является получение общей структуры ПП.
2. Этап травления, где происходит формирование рисунка будущих проводящих слоев.
3. Этап металлизации, где выполняется покрытие отверстий, слотов, торцов медью и увеличение ее толщины на слоях.

Быстрая оценка отклонения параметров слоя ПП от заданных на указанных этапах позволит уменьшить количество брака на выходе, а также дать рекомендации по доработке дизайна, например, для последующего серийного производства.

В работе предлагается метод получения такой оценки путем получения изображений ПП перед каждым из вышеописанных этапов технологического производства и сравнения этих изображений с исходными, полученными после этапа сверления сквозных отверстий.

Такой метод позволяет оценить влияние заполненности пустот медью, разного направления проводящего рисунка на слоях ПП относительно друг друга и относительно переплетения нитей диэлектрика, определить зависимости между рисунком, направлением нити основы и утка, влияние термостабилизации заготовок и их толщин, дальнейшего воздействия расположения сигнальных и опорных слоев и усадки материала при прессовании многослойной печатной платы на деформацию ПП, а также выявить соответствие полученных отклонений стандартам изготовления ПП.

Моделирование процесса травления проводников печатных плат

Овчинников И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.
МАИ, Москва
iliaovch76@gmail.com

С целью уменьшения процента брака при производстве печатных плат (ПП), вызванного дефектами при создании токопроводящего рисунка, необходимо точное моделирование процесса травления для определения оптимальных параметров технологического процесса и достижения наилучших результатов и качества травления, что подразумевает геометрические параметры полученных токопроводящих дорожек (достаточная ширина, отсутствие перетрава, недотрава и бокового подтравливания).

Для формирования набора входных параметров математической модели проанализированы факторы технологического процесса, влияющие на параметры травления, характер его протекания и характеристики получаемых изделий и выбраны ключевые.

Разработана математическая модель, позволяющая рассчитывать геометрические параметры протрава в зависимости от входных параметров технологического процесса. Создано программное обеспечение, позволяющее проводить компьютерное моделирование процесса травления на основе разработанной математической модели.

Произведено сравнение данных моделирования и реальных результатов травления. Для этого проведены эксперименты по травлению проводящего рисунка односторонней печатной платы. Геометрические параметры полученных токопроводящих дорожек исследованы с помощью микрошлифов. На основании результатов экспериментов сделан вывод о правдоподобности разработанной математической модели.

Рассмотрена возможность внедрения и использования разработанной математической модели и программного обеспечения в системах управлении цифровым производством.

Комплекс цифровых мероприятий по обеспечению требуемых характеристик травильного раствора для производства печатных плат

Охтинова Д.А.
Научный руководитель — доцент Ванцов С.В.
МАИ, Москва
jared_leto_5@mail.ru

В настоящее время большинство печатных плат изготавливаются субтрактивным способом, как правило, с применением процесса травления распылением. В процессе травления ПП состав раствора может меняться. Очень важно своевременно добавлять все необходимые составляющие для корректного процесса травления. Для этого нужно использовать различные датчики и систему работы с ними.

Непрерывная информация о концентрации каждого из основных компонентов чрезвычайно необходима для оптимального контроля технологического процесса, что гарантирует высокий уровень качества проведения процесса травления, повышает производительность технологической линии и обеспечивает надежность работы всех агрегатов участка травления.

Для достижения поставленной цели в работе был изучен процесс травления печатных плат. Также был проведен анализ состояния проблемы изменения химического состава травильного раствора. В работе было дано обоснование использования автоматизированных систем поддержания целостности травильного состава и контроля над ним. Также были запрограммированы на взаимосвязь система контроля с системой подачи составляющих раствора. Была разработана комплексная система по обеспечению требуемых характеристик травильного раствора для производства печатных плат.

Комплекс состоит из нескольких датчиков, подключенных к единой системе. Если при травлении изменяются показания какого-либо контролируемого параметра, с одного или нескольких датчиков приходит информация о необходимости внесения изменений. Эта информация передается на соответствующие клапаны и вызывает подачу нужного вещества. Таким образом, происходит регенерация раствора, и нет необходимости заменять его каждый раз.

Основными результатами диссертационной работы являются: исследован процесс травления печатных плат; проведен анализ состояния проблемы изменения химического состава травильного раствора; дано обоснование использования автоматизированных систем поддержания целостности травильного состава; разработана комплексная система по обеспечению требуемых характеристик травильного раствора для производства печатных плат.

Проектирование «умного» крыла самолета

Паткин Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
patkinnik@gmail.com

Крыло самолета за последние десятилетия пережило много изменений – сначала они были связаны с его аэродинамической составляющей, затем предпринимались попытки расширить его функциональность с помощью размещения в нем компонентов различных систем и подсистем самолета. В новом тысячелетии основными задачами являются уменьшение массы крыла и увеличение эффективности компонентов систем. Уменьшение массы изделия достигается применением композитных материалов, а увеличение эффективности систем – использованием современных цифровых вычислительных комплексов.

Существуют три основные проблемы при эксплуатации крыла, выполненного из современных композитных материалов. Это сложность диагностирования отказов подсистем, малое количество полетной информации и низкая ремонтопригодность. За прошедшее десятилетие предпринимались различные способы решения данных задач, но они показали себя неэффективными, так как имели низкую надежность агрегатов при эксплуатации и высокую трудоемкость.

В данной работе проведен анализ рынка и выявление последних достижений компаний Boeing, AirBus и ОАК в проектировании крыла нового поколения. На основе данных, полученных аналитическим путем, определено количество необходимой полетной информации и практической значимости проекта. Одним из важнейших параметров является кривизна профиля крыла, температура передней кромки и уровень вибрации. Спроектирована компьютерная модель профиля умного крыла с установкой всех необходимых компонентов систем. Для измерения кривизны профиля использованы волоконно-оптические датчики, расположенные по всей длине профиля

устройства для определния температуры передней кромки крыла, необходимой для взаимодействия с противооблединительной системой самолета, были выполнены на основе полупроводников, а вибрации на законцовке крыла снимались с помощью MEMS акселерометров. Дополнительно были установлены ультразвуковые датчики на всей площади крыла, которые занимаются мониторингом целостности композитных материалов. Все полученные измерения передаются в вычислительную систему с помощью беспроводной сети стандарта Bluetooth.

Также разработана методика проведения натурных испытаний с использованием масштабной копии умного крыла и аэродинамической трубы. Результаты экспериментальных исследований показали, что данные об изменении кривизны профиля, температуры и амплитуды колебания крыла были критически важны для дальнейших исследований по созданию крыла с изменяемой кривизной профиля. Ультразвуковые датчики показали свою эффективность по повышению безопасности, так как своевременно указывают на дефектные компоненты обшивки крыла. Сделаны рекомендации по выбору алгоритмов и программному обеспечению при диагностике компонентов систем и последующему анализу полученных результатов для увеличения надежности.

Автоматизированная система подготовки травильных растворов

Полищуков Р.М.
Научный руководитель — доцент, Ванцов С.В.
МАИ, Москва
roman.polishukov@yandex.ru

Растворы для травления печатных плат имеют различные составы. На данный момент смешивание всех составляющих травильного раствора производится человеком. В процессе травления печатной платы состав раствора может меняться. Для поддержания нужной концентрации всех веществ необходимо часто проверять наличие изменения в составе травильного раствора и своевременно добавлять все необходимые вещества вручную. Так как на все необходимые действия уходит много времени и велика вероятность появления погрешности, то необходимо использовать автоматизированные системы.

Для достижения поставленной цели в работе был изучен процесс травления печатных плат. Также был проведен анализ состояния проблемы изменения химического состава травильного раствора. В работе было дано обоснование использования автоматизированных систем поддержания целостности травильного состава и контроля над ним. Также были запрограммированы на взаимосвязь система контроля с системой подачи составляющих раствора и разработана комплексная система по обеспечению требуемых характеристик травильного раствора для производства печатных плат.

Данный способ травления печатных плат позволяет сократить время при проведение всех операций данного процесса и уменьшить погрешность, возникающую от человеческих ошибок, за счет использования автоматизированных систем.

Результаты исследований обладают новизной и могут рассматриваться как исходная научная база для дальнейших работ по теме в интересах производства процесса травления печатных плат.

VR-разработка модели робота

Рахмилевич И.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
damougod@gmail.com

Разработка моделей для виртуальной реальности подразумевает создание приложения, в котором бы использовалась данная модель. Создание VR приложений в первую очередь подразумевает выбор платформы и программных средств для реализации. Наиболее доступна виртуальная реальность для пользователей смартфонов. В то же время эта платформа имеет ряд ограничений: приложение не должно быть ресурсоёмким, качество картинки становится зависимым от качества экрана, взаимодействие с игровым процессом сильно ограничено. Смартфон в VR-очках играет роль экрана, аудиоустройства, средства обработки, поиска и воспроизведения контента, являясь таким образом и вычислителем, и медиа системой. Альтернативой смартфонам являются VR-шлемы вкупе с персональным компьютером или игровой приставкой. Такой вариант гораздо дороже, ведь требует приобретения полноценного VR-шлема, а также достаточно производительного компьютера или приставки. В этом случае все вычисления и создание картинки отведены компьютеру, а VR-шлем выполняет роль медиа системы, предоставляя изображение и звук пользователю. В целях

наибольшей популяризации и распространения виртуальной реальности, выбор был сделан в пользу смартфонов.

Главным барьером в реализации качественной виртуальной реальности на смартфонах является их невысокая производительность. Ресурсоёмкость приложения зависит от аппаратной части, то есть самого устройства, и от программной части, то есть от используемого при разработке программного обеспечения. Программное обеспечение для разработки делится на три варианта:

- Игровой движок Unity
- Игровой движок Unreal Engine 4
- Web-VR (например, фреймворк A-Frame)

Для выбора самого оптимального по производительности решения разработаны специальные 3D-макеты, которые имеют управляемую игроком камеру и движущиеся объекты в поле зрения игрока. Таким образом, реализация 3D-макетов на разных движках и их тестирование с последующими замерами интересующих нас параметров (количество кадров в секунду, время загрузки приложения, качество картинки и т.д.) позволит сделать выбор в сторону наиболее подходящего ПО. Помимо этого, на основе макетов можно оценить фактические ограничения, накладываемые программной частью, будь то количество объектов в кадре, дальность прорисовки и т.д.

Создание конструкторско-технологической модели тормозной системы для движущихся средств

Роженко В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Odintsovo
rozhenko_00@mail.ru

С каждым годом происходит активное внедрение новых технологий, автоматизированное проектирование является частью этого прогресса. Автоматизированное проектирование занимает важную позицию среди информационных технологий.

Почти на каждом производстве требуют наличие знаний по автоматизированному проектированию. Производства, ведущие разработки без автоматизированных систем, находятся в проигрышном положении из-за высоких материальных и временных затрат на проектирование, а также автоматизированные системы позволяют с более высокой точностью выполнить проект. Приоритет отдается комплексным системам, которые позволяют использовать CAD, CAM, CAE технологии.

Универсальной САПР является система NX. Данная система имеет простой интерфейс, что преимущественно ускоряет работу инженеру, а также освоение системы новому специалисту.

Достоинством программы является возможность взаимодействовать с другими приложениями и системами, что дает возможность создание моделей для станков с числовым программным управлением.

В результате использования комплексной системы автоматизированного проектирования была создана модель гидравлического усилителя тормозов, которая является важной частью тормозной системы, активно используемой в авиационной транспортной системе. Гидравлический усилитель тормозов предназначен для увеличения усилия на тормозные колодки, что приводит к более эффективному торможению, тем самым позволяет более легко и комфортно управлять транспортным средством. Вследствие этого увеличивается безопасностьи скорость создания модели.

Точному воспроизведению геометрии разрабатываемой модели способствует система Siemens NX. Она позволяет задать точные значения, тем самым разработанная параметрическая модель облегчает её последующие модификации и изменения при проектировании изделий аналогов.

Исследование методов обработки электрокардиосигналов, полученных в режиме ЭКГ сверхвысокого разрешения

Санакина С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Некрасова Ю.Ю.
МАИ, Москва
sonjasan98@mail.ru

Сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смерти во всем мире. Более того, в последние годы в России отмечается рост заболеваемости различными болезнями системы кровообращения [1].

Своевременная диагностика и лечение поможет снизить риск неблагоприятного исхода заболеваний. Самым распространённым способом диагностики сердечно-сосудистой системы является электрокардиография. Однако на сегодняшний день данный метод диагностики является в некоторых случаях недостаточно информативным, что приводит к необходимости назначения дополнительных исследований: эхокардиографии, доплерографии сосудов и пр. Так, скрытые пороки сердца, патологические изменения в сократительной способности, увеличение и уплотнение миокарда останутся незамеченными при проведении только электрокардиографического исследования. Вследствие этого, одной из основных тенденций развития электрокардиографии в последние годы является повышение информативности сигнала, записанного методом ЭКГ. Большую актуальность приобретает развитие методик и технических средств обработки сигналов электрической активности сердца в расширенных амплитудном и частотном диапазонах.

Исследования, проведенные РАН, показали, что анализ электрокардиограмм, снятых при высоком разрешении и/или с помощью метода сигнал-усредненной ЭКГ дает возможность обнаружения поздних потенциалов желудочков (ППЖ) сердца у пациентов, с нарушениями желудочковой проводимости [2]. ППЖ (потенциалы, появляющиеся между QRS комплексом и Т зубцом) отражают зону замедленной деполяризации в пораженном миокарде желудочков и являются маркерами желудочковой тахикардии, возникающей по механизму re–entry. При использовании сигналов, получаемых методами высокого и сверхвысокого разрешения, оказывается также возможной регистрация наджелудочковых потенциалов, таких как потенциалы синусового узла и потенциалы пучка Гиса, что позволяет идентифицировать уровень атриовентрикулярной блокады [3]. В последние годы ряд ученых проявляет высокий интерес к проблеме поиска маркеров субстрата наджелудочковых тахиаритмий: мерцательной аритмии, предсердной тахикардии.

Однако регистрация и анализ ЭКГ в режиме сверхвысокого разрешения затруднены вследствие нестационарности, шумоподобности и низкой амплитуды диагностически значимых потенциалов. Для решения поставленной задачи потребуется поиск новых схемотехнических и алгоритмических решений, разработки методик цифровой обработки полученных сигналов.

В данной работе проведено исследование методов снятия и обработки сигнала ЭКГ в режиме сверхвысокого разрешения. Был разработан электрокардиограф на основе новейшего высокопроизводительного микроконтроллера STM32 на ядре Cortex M7 с математическим сопроцессором для выполнения алгоритмов цифровой обработки сигналов. Частота дискретизации сигнала составляет около 15 кГц, что позволяет значительно упростить антиэлайзинговый аналоговый фильтр, заменив его простой RC-цепочкой и осуществить значительную передискретизацию сигнала. Основную нагрузку по обработке сигналов в этом случае берут на себя цифровые фильтры, работающие с точностью 0.0001%, ограниченной лишь ошибками округления и в сотни раз превосходящие аналоговые по своим характеристикам [4]. В рамках выполнения работы была подобрана оптимальная для рассматриваемого случая комбинация цифровых фильтров. Благодаря применению многоканального АЦП высокой разрядности и усреднению шумовых компонентов, разрешение полученного сигнала по амплитуде составляет несколько микровольт.

В конструкции прибора используется самая современная электронная база, в результате чего устройство является мобильным и малогабаритным, что позволяет проводить диагностику в условиях клиник и на дому, в спортивных и оздоровительных учреждениях.

Успех в развитии ЭКГ СВР даст огромные диагностические возможности для кардиологии и в первую очередь для профилактики внезапной кардиальной смерти.

Список литературы

1. Здравоохранение в России 2017. Статистический сборник. Москва, 2017 г.

2. Разработка инновационного метода электрокардиографии сверхвысокого разрешения для поиска новых признаков появления и развития кардиопатологий. Отчет о НИР. Тема №0030-2014-0076 по программе Президиума РАН №5 «Фундаментальные науки – медицине».

3. Иванов Г.Г., Дворников В.Е. Электрокардиография высокого разрешения – теоретические предпосылки и методические аспекты использования метода // Медицина. 1998. №1. С. 8–50.

4. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. – М.: Додэка-XXI, 2012.

Исследование факторов, влияющих на теплоотдачу встроенных компонентов

Сашина А.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. Примером такой технологии является размещение элементов на внутренних слоях печатных плат.

Технология обладает большим количеством преимуществ и недостатков. Одним из преимуществ, вызывающих вопросы, является улучшенная теплоотдача. Достаточно очевидно, что при бесконечной конвекции встроенные компоненты будут отдавать тепло хуже, чем классический поверхностный монтаж, в основном отдающий тепло в воздух. Однако в условиях слабого или отсутствия конвективного теплообмена встроенный монтаж будет более эффективен, так как компонент отдает тепло непосредственно в печатную плату и далее тепло уходит с поверхности платы за счет излучения.

Чтобы понять, насколько хорошо встроенные компоненты отдают тепло по сравнению со стандартным поверхностным монтажом, необходимо выявить факторы, влияющие на теплоотдачу встроенного элемента. Такие факторы можно разделить на три типа: факторы со стороны материалов, конструктивные факторы, внешние факторы.

Для того, чтобы экспериментальным путем выявить эти факторы и определить зависимости между ними, проводится моделирование в пакете ANSYS Icepak. В качестве исследуемых моделей используется печатная плата со встроенным резистором. Данные модели проверяются в условиях отсутствия конвекции, наличия конвекции и наличия обдува в замкнутом пространстве, а также в различных конструктивных исполнениях.

Среди материалов, из которых изготавливаются печатные платы, больше всего со стороны коэффициента теплоотдачи выделяется медь. Остальные материалы, за счет относительно низкого коэффициента теплопроводности не оказывают серьезного влияния на результаты моделирования. Однако стоит отметить, что стеклотекстолит FR-4 – основной диэлектрический материал, из которого изготавливаются печатные платы, обладает различной теплопроводностью вдоль и поперёк волокон, что может быть важно при проведении дальнейшего моделирования.

Количество конструктивных факторов достаточно велико, однако самое серьезное влияние оказывают тип встраивания (установка на контактные площадки или создание электрического соединения с помощью металлизированных отверстий непосредственно на контакты самого компонента), расстояние от компонента до ближайшего медного слоя, количество слоев печатной платы и местоположение встроенного в них элемента, а также топология медных проводников и наличие теплоотводов.

Внешние факторы – это конвекция, теплопроводность и тепловое излучение. Влияние различных методов теплопередачи стоит оценивать со стороны условий, в которых будет работать устройство, и сравнивать с SMD компонентами. Что и будет в дальнейшем рассматриваться в работе.

Исследование возможности применения стеклоэпоксидных композиций для устройств

Скиданова Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
katusha.skidanova@yandex.ru

В производстве электронных устройств, в частности, авионики, достаточно широко используются так называемые «базовые технологии». Именно на них ориентирована вся индустрия оборудования, базовых и технологических материалов, инструментов. Основным базовым материалом в производстве печатных плат являются стеклоэпоксидные диэлектрики. Их применение в СВЧ-диапазоне ограничено из-за относительно большой диэлектрической проницаемости и потерь сигнала в линиях связи. Этим обусловлено применение в СВЧ-диапазоне других хорошо зарекомендовавших себя высокочастотных диэлектриков. Но их использование выводит производство печатных плат за рамки базовых технологий, потому что требует организации другого, более капиталоемкого производства. Кроме того, использование стеклоэпоксидных композиций в качестве базовых материалов обеспечивает размерную устойчивость печатных плат, что играет важную роль при

пространственном совмещении элементов межсоединений в многослойной структуре многослойных печатных плат.

Отсюда возникает желание распространить использование базовых технологий на электронные устройства высокочастотного диапазона с использованием стеклоэпоксидных композиций с улучшенными высокочастотными свойствами. Это потребовало проведения исследований конкретных возможностей использования новых стеклоэпоксидных диэлектриков в высокопроизводительных устройствах электроники.

Целью данной работы является обоснование возможности использования стеклоэпоксидных диэлектриков в высокочастотных устройствах электроники. Была установлена зависимость диэлектрической проницаемости стеклоэпоксидных композиций от составляющих элементов: стекла и эпоксидной смолы. Рассмотрено влияние основных частотных характеристик (диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь) на время распространения сигналов и потери в линиях связи, определена предельная длина линий связи, на которой сигнал не получает критического затухания. Также определена зависимость частотного диапазона телекоммуникаций с предельной длиной связей.

По результатам исследования доказана принципиальная возможность использования стеклоэпоксидных композиций в качестве базовых материалов печатных плат и базовых технологий их производства для устройств гигабитной электроники.

Мультимодальный нейроинтерфейс для управления современными техническими средствами реабилитации

Сударева А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Некрасова Ю.Ю.
МАИ, Москва
an.sudareva@mail.ru

Во всем мире более одного миллиарда человек (15% населения) страдают от различных форм инвалидности. Согласно исследованию Всемирной организации здравоохранения 785 миллионов человек в возрасте 15 лет и старше живут с инвалидностью, из которых 110 миллионов страдают тяжелыми формами заболеваний нервной системы, опорно-двигательного аппарата, расстройствами сенсорных функций, вегетативными состояниями. Для улучшения качества повседневной жизни людей с ограниченными возможностями разработаны технические средства реабилитации. Основное назначение этих изделий – восстановление после проведенной операции или обеспечение максимально комфортных условий жизни. К средствам реабилитации относятся костыли, протезы, инвалидные коляски, слуховые аппараты, экзоскелеты и многое другое.

Люди с двигательными нарушениями, повреждениями спинного мозга и дегенеративными неврологическими расстройствами не имеют возможности управлять данными средствами, при этом их мозговая активность обычно не нарушена. Для установления связи между больным и средством реабилитации разрабатываются технологии нейронных интерфейсов, позволяющие человеку взаимодействовать с внешним миром посредством электрической активности мозга. Информация об активности мозга считывается электрографическими методами, такими как электроэнцефалография мозга (ЭЭГ). Проявления деятельности мозга отображаются в изменениях записанного сигнала, что в режиме реального времени расшифровывается встраиваемыми микропроцессорными системами. Ими же формируется необходимое воздействие на техническое средство, образуя прямой канал связи между мозгом человека и внешними устройствами, позволяющий осуществлять быстрое интуитивное управление ими.

В представляемом проекте рассматривается система на основе ЭЭГ, работающая в сверхвысоком разрешении, что позволит получить более информативный и точный сигнал. При условии успешной борьбы с шумами и затуханием, вызванным прохождением сигнала сквозь череп человека, данный метод будет обладать рядом преимуществ, таких как неинвазивность процедуры, простота и достаточная точность.

Для считывания и обработки сигнала разработана специальное устройство, основу которого составляет специализированное высокопроизводительное микропроцессорное ядро для цифровой обработки сигналов, ряд простых аналоговых фильтров, многоразрядный многоканальный модуль АЦП, высокоскоростные интерфейсы передачи данных, удобный пользовательский интерфейс, предполагающий возможность управления, записи и вывода информации.

Микропроцессорным ядром платформы в режиме реального времени осуществляется цифровая обработка сигналов, предполагающая фильтрацию сетевой наводки и физиологических шумов.

Многоскоростная обработка сигнала, примененная в проекте, позволяет заменить тяжелые и дорогостоящие аналоговые компоненты программными алгоритмами, значительно повышает точность и открывает возможность достижения нового уровня производительности системы.

На данный момент проводятся испытания платформы и анализ электроэнцефалограмм, полученных в режиме сверхвысокого разрешения.

Микровесы на основе измерительной головки микроамперметра

Султанов Н.И.
Научный руководитель — к.т.н. Фаррахов Д.Р.
УГАТУ, Уфа
sulniyaz_99@mail.ru

Принцип действия электронных весов, которые чаще всего используются в быту и на производстве, заключается в том, чтобы измерять силу, с которой груз воздействует на платформу. К примеру, тензометрические основываются на преобразовании деформации упругих элементов в изменение электрического сопротивления. В роли упругого элемента выступают металлические изделия особой формы.

Преобразователем же служит чувствительное гибкое тело, так называемый тензометр, который особым способом прикрепляется к упругому элементу. Измеряемое усилие с помощью упругого элемента преобразуется в деформацию.

Недостаток данного способа в том, что тензометрические датчики имеют зависимость от окружающей среды, а именно, от температуры воздуха, в котором проводятся измерения.

В предлагаемом методе в качестве датчика измерения используется стрелочная головка миллиамперметра и оптопара. Сразу стоит отметить, что в рассматриваемом датчике нет необходимости в отдельной грузовой платформе в связи с тем, что стрелочная голова является датчиком и платформой, на определенной части которой устанавливается груз. Преобразование осуществляет схема на операционных усилителях, в которой один каскад осуществляет управление стрелочной головкой, реализуя компенсационный метод, а второй – усиление сигнала с катушки для дальнейшего его считывания микроконтроллером.

Разработанное устройство позволяет измерять вес до тысячных долей грамма и показывает довольно высокую точность и простоту сборки, связанную с малым количеством деталей.

Такое устройство применимо и в фармацевтике благодаря высокой точности измерения стрелочной головки, а использование цифровой индикации еще более упрощает их использование.

Список литературы

1. Кузьмин А.В., Схиртладзе А.Г. Теория систем автоматического управления: Учебник для вузов. – Старый Оскол: издательство ТНТ, 2016.

2. Петунин В.И. Линейные системы автоматического управления. – Уфа: РИК УГАТУ, 2017. 290 с.

Прогрессивные технологии коммутации фотопреобразователей космического назначения в производстве солнечных батарей

Тарасов В.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
vov1187@yandex.ru

Современные предприятия России, специализирующиеся на изготовлении и сборке панелей солнечных батарей космического назначения, сталкиваются с проблемой качества коммутации фотоэлементов с токовыводящими контактами.

Целью данной работы является создание инновационной технологии сварки серебряных контактных шинок к серебряному и золотому покрытию контактных площадок фотоэлементов из кремния и арсенида галлия на предприятии АО «НПП«Квант».

АО «НПП «Квант» специализируется на изготовлении солнечных источников питания, технологии изготовления которых за последнее время мало чем изменились.

В данной работе предусмотрено перевооружение сварочных постов сборочных участков: машины контактной микросварки (МКС) расщепленным электродом заменяются на машины ультразвуковой микросварки (УЗС). При контактной сварке расщепленным электродом, процесс происходит при определенном токе, подающемся на конкретную площадь рабочей части электрода, который имеет пирамидальную форму торца. Для того, чтобы не происходило окисления свариваемой зоны, в

область рабочей поверхности электрода подается поддув аргона. При образовании окисной пленки на электроде возрастает сопротивление «электрод-деталь» и при сварке фотоэлементов происходит перегрев деталей, в результате чего ухудшается качество адгезии серебряного покрытия на стеклянной подложке или снижаются физические характеристики ФП после сварки. Это происходит из-за термоударов и ряда факторов, касающихся установок МКС, так как имеющееся оборудование имеет педальный привод с неполной синхронизацией дозировщика и сложно в обслуживании. Также на качество работы влияет процесс изготовления, хранения и обращения с коммутационными шинами из серебряной фольги 0,03 мм. Во избежание ухудшения свариваемости серебряные детали в процессе обращения в производстве должны тщательно охраняться от механических загрязнений и от длительного воздействия сероводорода и других сернистых соединений, находящихся в окружающей атмосфере.

При транспортировке готовой секции с предприятия-изготовителя до околоземной орбиты секция должна отличаться высокой стойкостью соединения при вибрационных и инерционных нагрузках, а при работе в космосе – стойкостью к термоциклированию (от минус 1000°С до плюс 2000°С ежедневно). Изменение физики коммутационного процесса позволит избежать ряда проблем, связанных с производством ФП на предприятии. При УЗС процент брака существенно ниже, чем при контактной сварке расщепленным электродом вследствие снижения окислительных процессов на поверхности контактов. Процессы УЗС характеризуются малым потреблением мощности оборудования, меньшей изнашиваемостью электродов.[1] Во время УЗС на поверхности элементов происходит деформация поверхностных пленок, вследствие чего качество диффузии значительно возрастает.[2] Сварка осуществляется в твердой фазе без существенного нагрева элементов.

Таким образом, эффективность данной работы заключается в уменьшении финансовых и временных затрат при сборке ФП. Переход с машин контактной сварки на УЗС позволит не только повысить стабильность качества сварки и полностью исключить влияние исполнителя, но и осуществит ряд автоматизированных процессов по сборке солнечных батарей.

Применение методики независимого аналитического создания кадровой структуры для оптимизации построения информационно-управляющего поля кабины

Титова Е.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Лобачев Н.А.
МАИ, Москва
titovii.k@gmail.com

На сегодняшний день существует необходимость в разработке эффективного инструмента для проектирования информационно-управляющего поля кабины (ИУПК) современного самолета. В настоящее время формирование структурных единиц элементов ИУПК производится эмпирически на основе экспертных заключений и опытных данных. Также конфигурацию интерфейса определяют документы ГОСТ, устанавливающие общие требования по эргономике и безопасности работы. Одним из инструментов, с помощью которых осуществляется взаимодействие экипажа с технической системой на борту летательного аппарата, является многофункциональный пульт управления (МФПУ). Лексикон взаимодействия экипажа с МФПУ представлен в виде следующих структурных единиц, находящихся в иерархической зависимости:

- Нижний уровень: элементарные нажатия кнопок и индикация;
- Средний уровень: функции ввода и индикации, служащие для реализации подзадач МФПУ;
- Верхний уровень: кадры – совокупности одновременно доступных функций ввода и индикации, объединенных для решения одной задачи; форматы – совокупности нескольких, функционально объединенных кадров, служащих для выполнения макрозадачи или ряда аналогичных задач.

В [1] по результатам анализа кадровой структуры МФПУ, составленной по опытным данным, была выстроена иерархия задач, выполняемых МФПУ, а также выявлены основные принципы для построения методики независимого аналитического создания кадровой структуры ИУПК на основе стандартных функций. Стандартные функции являются результатом унификации типовых частных задач, решаемых экипажем в ходе выполнения полетного задания. Также была выполнена формализация стандартных функций в вид среднего уровня лексикона взаимодействия, что позволило применять их как структурные единицы кадров.

Указанная методика была применена на практике для разработки новой конфигурации формата МФПУ «Маневр», служащего для ввода в бортовую цифровую вычислительную машину данных, необходимых для реализации полета по стандартным траекториям, а также индикации полетных данных. Затем была произведена оценка оптимизирующих свойств методики для рационализации процесса проектирования ИУПК.

Дальнейшая отладка разработанных кадров планируется в составе комплекса проектного моделирования, который является стендом для отработки проектных решений, реализуемых для модернизации одного из отечественных авиационных комплексов.

Список литературы

1. Глухова Э.Д., Глухов М.А., Петров А.С., Целиков А.С. Моделирование вариантов индикационных форматов обеспечивающих решение функциональных задач авиационных комплексов дальней авиации // Сборник тезисов докладов III Всероссийская научно-техническая конференция «Моделирование авиационных систем» 21-22 ноября 2018 года, г. Москва. М.: 2018. с. 278-279.

2. Алан Купер, Роберт Рейман, Дэвид Кронин, Кристофер Носсел Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2017. – 720с.: ил. – (Серия «Для профессионалов»).

Адгезия паяльных 3D-масок

Тучина И.О., Горелов А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
tu4ina.ira@yandex.ru

Применяемые методы нанесения паяльных масок не позволяют задавать индивидуальную высоту масок для любого участка печатной платы, учитывающую особенности конструкции печатного узла. На кафедре 307 «Технология приборостроения» Московского авиационного института разрабатывается технология нанесения паяльных 3D-масок. Одним из важных вопросов является адгезия паяльных 3D-масок к печатным платам.

На основе анализа статьи [Л] сформулирована задача экспериментального исследования. Необходимо изготовить образцы со следующими связующими: 3D-маска 30 мкм на внутреннем слое основания, 3D-маска 30 мкм на внутреннем слое основания плюс 30 мкм на внутреннем слое верхней части, 3D-маска 60 мкм на внутреннем слое основания, 3D-маска 90 мкм на внутреннем слое основания, препрег.

Паяльные маски наносились на 3D-принтере Objet Connex 260. В качестве материала маски брали прозрачный полимерный материал RGD720. Образцы выполнены из фольгированного стеклотекстолита FR-4. Исследуемая плата состоит из основания 220х100 мм толщиной 1,5 мм с диагональной сеткой из проводников шириной 2 мм с расстоянием между ними 3 мм, связующего (препрег, 3D-маска), аналогичная основанию верхняя часть. После прессования в верней части выполняется фрезеровка «окон» размером 10х10 мм в количестве 50 штук на каждой плате. Фрезеровка выполняется таким образом, чтобы один слой спрессованной заготовки был отфрезерован насквозь, а второй остался целым. К «окнам» впоследствии припаиваются крючки из медной проволоки. Усилие отрыва «окон» от нефрезерованной части заготовки измеряем на разрывной машине INSTRON 3345.

Данные экспериментов показали, что образцы с 3D-маской 60 мкм показали лучшую адгезионную прочность по сравнению с другими вариантами 3D-масок.

В следующем эксперименте необходимо посмотреть поведение маски при прессовании и повышенной температуре.

Литература

Васильев Ф. В., Горелов А. О. Адгезия паяльных масок, полученных на 3D-принтере//Электроника: наука, технология, бизнес. 2017. №6. С. 194-196.

Влагозащита печатных плат

Филиппов Е.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
903lub@mail.ru

При эксплуатации авионики в экстремальных климатических условиях (циклически меняющиеся температура и влажность) влагозащитный слой, неизбежно имеющий определенную влагопроницаемость, пропускает влагу к поверхности печатного узла. Влагозащитное покрытие должно выступать диффузионным барьером влаги, но если покрытие не способно создавать такой барьер, то влага начнет оказывать действие на поверхностный слой стеклотекстолита, и тогда будут

определяться свойства диэлектрического основания. Известно, что стеклотекстолит и другие композиционные материалы имеют дефектность структуры, особенно на границе раздела стекло — эпоксидная смола в виде капиллярной пористости, повышенного влагопоглощения, что ведет к снижению электроизоляционных свойств во влажной среде.

Данная тема очень актуальна, так как миниатюризация возлагает большие задачи на будущее авионики. Пайки меньшего размера могут быть разрушены коррозией быстрее, чем более крупные. Таким образом, наиболее характерные проблемы — электрохимическая реакция, миграция металла и снижение поверхностного сопротивления — особенно актуальны для плат с высокой плотностью монтажа. До сих пор не были подробно изучены и представлены соответствующие исследования в данной области.

В данной работе были проанализированы материалы и технологии нанесения влагозащитных покрытий, были разработаны тест-образцы печатных плат. В тестовых условиях проведены испытания в климатических камерах с целью определения дальнейших зависимостей сопротивления материалов от разных типов внешних условий, в результате чего была получена математическая модель.

Литература

Компоненты и технологии [Электронный ресурс]: Components&Technologies. – СПб.: Издательство Файнстрит. 2007. №5. 196 с.: ил. — Режим доступа: https://rucont.ru/efd/303393

Разработка методов изготовления имитаторов дефектов печатных плат

Щелкун В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
vit575575@gmail.com

В настоящий момент существует несколько основных методов контроля готовой электроники: визуальный, электрический, автоматическая оптическая инспекция, рентгеновский. Все эти методы необходимы в производстве и повышение эффективности каждого из них является важной задачей. Например, рентгеновская установка с функцией томографии позволяет осуществить максимально полную интраскопическую диагностику без разрушения изделия, в отличие от такого трудоемкого процесса, как изготовление микрошлифов.

Сама по себе такая установка очень дорогая. Соответственно для повышения экономической эффективности ее использования необходимо максимально автоматизировать процесс инспекции изделий. Интеграция таких установок с персональными компьютерами открывает огромные возможности для написания максимально удобного в использовании ПО, целью которого будет улучшение автоматизации проведения инспекции.

Тренды последнего времени в развитии такого ПО– системы с применением нейросетевых алгоритмов. Важной особенностью таких систем является то, что перед началом эксплуатации, эту систему необходимо «обучить» обнаруживать дефекты. А это, в свою очередь, предполагает большую работу по изготовлению заведомо дефектных образцов и загрузке данных о них в нейросеть.

Работа, о которой рассказывается в докладе, ставит своей целью каталогизацию и, что самое главное, создание техпроцессов, описывающих производство образцов с заранее известными дефектами. Очевидно, что такая работа очень сильно упрощает внедрение на производстве новых поколений систем контроля готовых изделий с использованием нейросетевых алгоритмов на основе концепции искусственного интеллекта.

Струйный датчик угловой скорости

Юнусов Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кравченко Н.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
apach236@yandex.ru

Развитие гражданской авиации в настоящее время требует развития приборов, используемых в летательных аппаратах. Таковыми являются многокомпонентные датчики и системы измерения угловой скорости самолета. Важность развития данной области заключается в том, что растут требования к точностным характеристикам и надежности авиационных приборов.

Разрабатываемые датчики угловой скорости (ДУС) основываются на различных физических эффектах: лазерные, вибрационные, магнитогидродинамические, магнитомеханические, вихревые, струйные и другие. В данной работе рассмотрен струйный датчик угловой скорости, отвечающий предъявляемым в настоящее время требованиям.

К разрабатываемым датчикам угловой скорости предъявляются следующие требования, обеспечивающие необходимые тактико-технические и производственно-экономические условия:

1. функциональные (диапазон измерения, порог реагирования, различные виды погрешности, динамические свойства, адекватность результатов);
2. физико-технические (устойчивость к внешним воздействиям, обеспечение стабильной работы устройства на протяжении срока службы);
3. эксплуатационно–компоновочные (надёжность, ресурс, автономность, совместимость, взаимозаменяемость, удобство регламента, ремонта);
4. экономические (полезность, конъюнктура, область использования, ресурс, стоимость);
5. юридические (правовые, охраноспособность, лицензионность);
6. конструкционные (эргономические, преемственность, машинное проектирование, возможность модернизации);
7. производственно-технологические (серийность, метрологическая обеспеченность, уровень и культура производства).

Трехкомпонентный датчик измерения угловой скорости летательного аппарата основан на преобразовании информативного сигнала со свободной ламинарной затопленной струей газа. Данный тип датчика обладает низким порогом реагирования, высокой точностью, показывает удовлетворяющие условиям динамические характеристики. Отсутствие движущихся деталей обеспечивает продолжительную работу устройства, быструю готовность к использованию. Неоспоримым преимуществом струйного ДУС являются габариты и низкий вес.

Широкое распространение на современном этапе развития в отечественной авиации получили однокомпонентные гироскопические ДУС. Они обладают следующими характеристиками:

1. время готовности около 60 сек;
2. вес примерно 0,4 кг;
3. погрешность измерения от ±5 до ±10 [%];
4. габариты 44×110 мм;
5. наибольший ресурс 6000 [час];
6. уход нулевого сигнала 0,66 [%/диапазон измерения];

Этим устройствам свойственны значительные погрешности, связанные с технологией производства и сборки, погрешности, вызванные перепадами температур (теплообмена). Кроме того, данные ДУС не могут обеспечить измерения сразу 3 компонент угловой скорости ωx, ωy, ωz. Разрабатываемый трехкомпонентный датчик угловой скорости обеспечивает решение поставленной задачи повышения эффективности измерений, так как способен измерять компоненты угловой скорости в трех плоскостях, в которых может происходить вращение быстродвижущегося объекта. Информационной базой для выбора и обоснования структурно-функциональной схемы струйного ДУС выступают прототипы, описанные в патентах: № 1082127-2005 г., № 110493-2011 г., № 120233-2012 г.

Выбор и обоснование структурной схемы разрабатываемого устройства основывался на таких требованиях, как функциональные (диапазон, погрешность, быстродействие); конструктивно-технологические (масса, габаритные размеры, энергопотребление), эксплуатационные, экономические, эргономические (художественное оформление, формы, оформление лицевой панели прибора).

Самыми значимыми компонентами конструкции ДУС являются такие элементы, как нагнетатель (служит для питания пневматической схемы), форсунки формирования затопленных струй, чувствительные элементы, две рабочие камеры, герметичный корпус заполненный рабочим инертным газом (азот, аргон, которые мало взаимодействует с элементами конструкции прибора).

Наибольшее влияние на точность ДУС с 3 каналами оказывают источник нагнетатель пневмосигнала, блок формирования струи в рабочей камере; преобразователь угловой скорости ω0 в угловое положение струи. Точность датчика зависит от следующих параметров: диаметра сопла, угловой скорости, коэффициента передачи струйного ДУС, длины рабочей камеры, максимальной скорости на срезе формирующего сопла и др.

Использование струйных трехкомпонентных датчиков угловой скорости может положительно сказаться на точности и надежности измерения угловой скорости.

Экспериментальное исследование 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, используемые во многих областях науки и техники. Они находят широкое применение в волоконно-оптических системах, металлообработке, измерительном оборудовании, в источниках широкополосного излучения высокой яркости на основе оптических разрядов [1]. Характерной особенностью эксплуатации лазерных диодов является необходимость стабилизации рабочей температуры в диапазоне от 18 до 30 градусов Цельсия, от которой зависит как длина волны лазерного излучения, так и срок службы самого диода.

Для практического решения этой задачи был выбран термоэлектрический модуль, основанный на эффекте Пельтье [2]. Это явление заключается в том, что при пропускании тока через контакт двух различных веществ (наиболее заметно это выражено в полупроводниках) на контакте происходит выделение дополнительного тепла, или же наоборот, его поглощение, если ток имеет противоположное направление. Таким образом термоэлектрический модуль, состоящий из последовательно соединенных пар полупроводников p- и n-типа с одной стороны нагревается, а с другой охлаждается. Важными преимуществами данной системы для охлаждения лазерного диода являются:

- Малые габариты и вес.
- Высокая охлаждающая способность на единицу веса и объема.
- Возможность высокоточного регулирования температурного режима.
- Малая инерционность, быстрый переход из режима охлаждения в режим нагрева.
- Устойчивость к динамическим и статистическим перегрузкам.
- Произвольная ориентация в пространстве и поле тяжести.

Эксперименты проводились на собранном для этой цели стенде, позволяющем исследовать холодильную мощность термоэлектрического модуля, силу тока через него, температуры холодной и горячей сторон, скорость охлаждающего потока воздуха, поступающего от вентилятора. Было изучено влияние на режимы работы лазерного диода как холодильной мощности элемента Пельтье, так и скорости потока воздуха, охлаждающего горячую сторону термоэлектрического модуля.

Полученные результаты экспериментов позволяют разработать алгоритмы управления термоэлектрическим модулем для конкретных условий эксплуатации лазерного диода.

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.

Секция №3.4 Системное моделирование, комплексы программ и Web-разработка

Практическое применение протокола Диффи–Хеллмана на эллиптических кривых

Абдряхимов Р.Н., Янов С.А., Иванченко Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
Qwerty-Qwerty124@yandex.ru

Целью работы является практическое применение алгоритма Диффи – Хеллмана обмена ключами на эллиптических кривых (ECDH). Реализованный алгоритм может быть применен в любой сфере, где необходимо обеспечить шифрование данных с помощью сгенерированного алгоритмом ключа.

Идея алгоритма состоит в том, что изначально выбираются число p=2^180 и параметры a и b для уравнения эллиптической кривой. Отсюда имеем множество точек E_p(a,b). Из данного множества точек выбирается генерирующая точка G=(x1,y1), при выборе точки G нужно, чтобы наименьшее значение n, при котором n×G=0, оказалось очень большим простым числом. Данная операция n×G означает, что нужно точку G добавить к самой себе n раз.

Обмен ключами между Алисой и Бобом производится по следующей схеме:

1. Алиса выбирает целое число n_a < n, которое является закрытым ключом. Далее Алиса вычисляет открытый ключ P_a=n_a×G, тем самым получает некоторую точку на E_p(a,b);
2. Аналогично и Боб производит те же операции, выбирает закрытый ключ n_b и вычисляет открытый ключ P_b.
3. Участники обмениваются открытыми ключами, и каждый из них вычисляет секретный ключ K, который и будет использоваться для различных алгоритмов шифрования.
4. Алиса вычисляет ключ K: K=n_a×P_b.
5. Боб вычисляет ключ K: K=n_b×P_a.
6. Ключ представляет собой пару чисел, поэтому при необходимости из этой пары нужно создать одно число.

Всё это справедливо, если учитывать все правила, распространяющиеся на эллиптические кривые, поскольку n_a×P_b=n_a×(n_b×G)=(n_a×n_b)×G=(n_b×n_a)×G= n_b×(n_a×G) =n_b×P_a, т.е. они нашли одинаковые значения.

Одним из важнейших практических преимуществ является значительное уменьшение размера ключа по сравнению с другими криптосистемами. Например, с точки зрения безопасности криптосистема на основе эллиптических кривых с длиной ключа 163 бита сравнима с криптосистемой на основе RSA, длина ключа которой эквивалентна 1024 битам.

Алгоритм реализован с помощью языка программирования C# 7.0 в среде разработки Visual Studio 2017.

Список литературы

1. Брюс Шнайер, Нильс Фергюссон Ф43 «Практическая криптография».: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 424 с.
2. Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot and Scott A. Vanstone “Handbook of Applied Cryptography” ISBN: 0-8493-8523-7 October 1996, 816 pages.
3. Lawrence C. Washington “Elliptic Curves: Number Theory and Cryptography, Second Edition”.

Программный комплекс обработки экспериментальных данных

Аверин А.В., Никоноров А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
alexaverin98@gmail.com

При проведении опытно-конструкторской разработки и научных исследований часто приходится иметь дело с большими объемами экспериментальных данных, их обработкой и классификацией. Поэтому нашей целью стала разработка программного комплекса, имеющего возможность удобно работать с полученными данными, объединять испытания в рабочие проекты. Также он позволит строить графическое отображение по экспериментальным данным, интерполировать полученные графики.

Организационная структура проекта должна представлять следующий набор элементов:

Древовидный интерфейс, отображающий иерархическую структуру для хранения результатов экспериментов.

Табличные отображения – данный интерфейс предоставляет пользователю таблицу с результатами испытаний, полученными на основе импортированных файлов.

Графические отображения – набор графиков, построенных на основе табличных данных.

Поэтому для реализации приложения выбрана следующая архитектура: экземпляр главного окна приложения объединяет в себе все рабочие элементы программного комплекса. Взаимодействие между ними осуществляется посредством слотов и сигналов. Основополагающим принципом при построении программного комплекса для обработки результатов испытаний был выбран модульный подход. При данной архитектуре приложение легко масштабируется и изменяется под необходимые требования.

В программном комплексе реализована авторизация и аутентификация для разграничения прав пользователей.

Предусмотрены следующие роли:

• Администратор (обладает полным функционалом и доступом ко всем данным).

• Оператор (имеет возможность создавать и изменять определенные проекты).

• Пользователь с расширенными правами (имеет доступ к некоторым закрытым для просмотра данным).

• Обычный пользователь (имеет право просматривать проекты, предоставленные ему другими пользователями, без возможности редактирования).

На данном этапе разработки уже реализован базовый функционал:

• Отображение и работа с проектом в древовидном интерфейсе.

• Табличное отображение данных.

• Построение графиков по имеющимся данным.

• Загрузка данных испытаний в приложение.

Для реализации программного комплекса были использованы следующие технологии:

• Язык программирования Python.

• Графический фреймворк Qt.

• СУБД MySQL.

• Библиотека для математических расчетов NumPy.

• Библиотека для построения графических отображений PyQtGraph.

Построенный программный комплекс обладает универсальным функционалом и может быть применен для испытаний различной направленности ввиду гибкости своей реализации. Выбранный стек технологий позволяет использовать его на всех наиболее востребованных платформах.

Сравнение двух подходов к распознаванию образов

Аверина М.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
averinamasha1@yandex.ru

Существует множество подходов к распознаванию, но в данном случае мы рассмотрим лингвистический [1] и логико-лингвистический [2] подходы, которые используются для структуризации информации. В первом случае предлагается некая формальная система первичных элементов, названных паттернами, и на этой основе предлагаются способы распознавания. При этом предлагается первичная формализация и попытка применить её на практике. Во втором случае, исходя из практических соображений, акцент делается на характер изменений в рассматриваемой системе и на основе этого строится модель отношений между признаками этих характерных изменений. При этом предлагается отказ от предельной точности и переход на иерархическую систему сопоставления образов. Предлагаемые модели образов должны быть идентичными независимо от уровня рассмотрения и независимыми от конкретных значений размерности. В качестве модели образа предлагается матрица отношений, которая должна отражать конфигурацию отношений в двухмерном пространстве.

Отношения типа «больше, меньше, равно» в совокупности можно применять для установления соответствия фигур. Исходное соответствие устанавливается между тремя характерными точками, которые в отличие от паттерна были названы примитивами. Из таких примитивов можно собрать более сложные конструкции, которые описывают конфигурацию отношений в виде матрицы отношений, которая связывает характерные точки изображения в единую полносвязанную систему.

Используя такую модель, мы пытаемся описать объект, характер изменений в конфигурации которого фактически отображает фигуру (рисунок) такого объекта. Таким образом, мы отслеживаем объект по характеру изменений. Например, если направление примитива идет прямо, мы никак не реагируем, но как только произошел излом, мы этот примитив будем отмечать. Используя эти первоначальные гранулы, мы можем описать графический объект, в качестве апробации мы описывали деревья графов. Плюс ко всему, мы фактически имеем базу для сравнения на качественном уровне этих двух рисунков. Возьмем к примеру дерево графа: если веточек много, то будет много изменений, если мало веточек, будет мало изменений. Значит, более сложная система – это система, в которой будет больше всяких переходов и переломов. Если веточка условно «надломилась», идет продолжение этой одной ветви, сложность системы не изменилась, а в другом моменте, когда дерево более сложное, сложность увеличивается. Сложность системы предлагается измерять качественной мерой, суммируя которую можно получить качественную оценку фактически сложности рассматриваемого объекта.

Многие подходы перекликаются с так называемым лингвистическим подходом, предложенным и описанным Нарасимханом [1], но в нашем случае наши подходы идут от практики и более глубоко отражают качественную сторону распознаваемых объектов.

Список литературы

1. Narasimhan R. A Linguistic Approach to Pattern Recognition, Rep 121, Digital Comput Lab, Univ of Illinois, Urbana, 1962 (Русский перевод: Нарасимхан Р. Лингвистический подход к распознаванию образов, Сб.: «Автоматический анализ сложных изображений», «Мир», 1969).

2. Балакирев Н.Е. Количественная и качественная оценка исследуемых объектов на примере простейших отношений. Воронеж, 2016.

Распознавание символов при помощи тематического моделирования

Алексеев А.И.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Лемтюжникова Д.В.
МАИ, Москва
Nikovar@yandex.ru

В представленной работе рассматривается задача обработки текста. Одной из актуальных является задача по распознаванию семантики текста. Среди задач такого типа можно выделить распознавание сарказма, реализацию диалоговых систем и машинный перевод.

В данном исследовании рассматривается распознавание слов, имеющих неоднозначное и сильно зависимое от контекста смысловое значение, в дальнейшем называемых символами. Распознавание символов в художественной литературе обеспечивается взаимодействием двух компонентов представленной далее структуры: тематического моделирования и базы данных.

Основу данного труда составляет пополняемая база данных символов, обладающих обобщенными смыслами, а также отдельная система, связанная с каждым индивидуальным автором и тематикой. Не менее важным является учет эмоциональной составляющей слов, представляемой в численном виде, и учет частот слов.

Тематическое моделирование коллекции символов позволяет определить, к каким темам относится изучаемый текст и какие термины образуют каждую тему. Это реализуется следующим образом. Пусть имеется множество документов и множество тем, распределенных среди этих документов, а также множество слов, распределенных среди тем и документов. При этом документы представляются векторами частот тем, а не отдельных слов. Оно также позволяет использовать поиск документов по схожей тематике по целому документу или фрагменту текста.

Дополняющей стадией анализа представляется байесовский метод, который проверяет, является ли каждое слово тем словом, которое должно быть там по семантической основе. Таким образом производится комплексный анализ слов и предложений в тексте, на базе которого построена интеллектуальная база данных. Сайт, на котором она расположена, может быть использован в качестве образовательного ресурса, а также интеллектуального помощника для таких специалистов, как историки, культурологи, филологи и т.д.

Дальнейшей перспективой данной работы является создание сервисов, помогающих экспертам и пользователям решать разнообразные задачи, связанные с поиском, аннотированием, тегированием, интерпретацией и оцениванием.

Бизнес-логика веб-приложения для планирования и делегирования задач

Алтунин М.М.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
maxim12340@gmail.com

В современном темпе жизни крайне сложно удержать в голове все то множество задач, которые нужно выполнить. Для увеличения продуктивности в компаниях внедряют технологию организации времени и повышения эффективности его использования, называемую «тайм-менеджмент».

«Тайм-менеджмент» — это действие или процесс тренировки сознательного контроля над временем, потраченным на конкретные виды деятельности, при котором специально увеличиваются эффективность и продуктивность. Одной из областей, которые охватывает тайм-менеджмент, является планирование и делегирование задач. Эффективность в данном аспекте достигается путём составления конкретного списка задач, в котором будут указаны сроки выполнения и исполнитель.

Такие списки задач должны не только содержать актуальные задачи, но и хранить архив уже выполненных поручений для составлений отчётов о работе, а также архив невыполненных или отсроченных задач, для введения корректировок в производственную деятельность. Кроме того, список должен быть общедоступным, чтобы позволять каждому из исполнителей просматривать общий список задач для понимания тенденций продвижения компании. Также каждый исполнитель должен иметь возможность легко выбрать из всего списка только те задачи, какие ему необходимо выполнить.

Несмотря на стремительное развитие информационных технологий, большое количество специалистов продолжают пользоваться бумажными носителями для записи заметок: например, каждый исполнитель на совещании записывает задачи, адресованные ему или его отделу. Также для подобных задач используются текстовые документы, электронная почта и чаты. Однако все вышеуказанные способы планирования не являются эффективными и не соответствуют обозначенным требованиям.

Для решения проблем с планированием задач в компаниях и реализации централизованных списков задач была разработана бизнес-логика веб-приложения, позволяющего вести планирование и делегирование задач в режиме «online».

Бизнес-логика веб-приложения состоит из структуры хранения данных, серверной части приложения, интерфейса приложения, а также взаимодействия всех составляющих.

Для хранения данных используется реляционная система управления базами данных MySQL. База данных представляет собой совокупность таблиц, связанных между собой специальными таблицами, хранящими ключи таблиц, которые необходимо связать. Это требуется для того, чтобы не дублировать данные, хранящиеся в базе данных, и, следовательно, чтобы минимизировать объемы хранения данных.

Интерфейс веб-приложения имеет два основных раздела: общий список задач и личный кабинет для каждого пользователя. Список задач представляет собой электронную таблицу, поддерживающую интерактивное редактирование информации. Поля таблицы позволяют ввести наименование задачи, её приоритет, сроки выполнения, исполнителя и другую необходимую информацию. С помощью инструментария JavaScript при двойном клике на любую ячейку она преобразуется в поле для редактирования. Для поддержки данного функционала потребуется реализовать взаимодействие с сервером при помощи технологии AJAX, чтобы редактируемые данные сохранялись без обновления страницы.

В личном кабинете пользователю отображаются все списки задач, которые созданы им либо к которым ему был предоставлен доступ. Основную часть окна занимают различные задачи, в которых данный пользователь назначен исполнителем. Серверная часть веб-приложения состоит из системы регистрации и проверки пользователя, взаимодействия базы данных с общим списком задач и личным кабинетом каждого пользователя.

Система регистрации и проверки пользователя представляет собой страницу регистрации пользователя и скрипты для проверки введенных данных при регистрации и входа в систему приложения. Страница регистрации содержит поля для ввода ФИО, электронной почты, номера телефона, а также поля логина и пароля пользователя. Скрипт проверки данных для регистрации проверяет введенные данные на корректность ввода, а затем вносит их в базу данных. Скрипт проверки данных для входа в систему проверяет логин и пароль на соответствия с данными в базе данных.

Взаимодействие базы данных с общим списком задач и личным кабинетом пользователя состоит из скриптов, которые получают необходимую информацию из базы данных и передают скрипту, который её требует. Для общего списка задач скрипт получает из базы данных все задачи. Для личного кабинета скрипт получает из базы данных информацию о пользователе, а также список задач, к которым имеет доступ данный пользователь.

Таким образом, разработанная бизнес-логика соответствует заявленным требованиям. Пользователям доступен как общий список задач, так и интересующие лично его поручения. При этом реализация планировщика задач в качестве веб-приложения подразумевает доступность сервиса не только с персонального компьютера, но и со смартфонов, что позволяет специалистам всегда быть в курсе актуальных задач и вести работу наиболее эффективно.

Анализ направлений создания интеллектуального сервиса поиска и мониторинга информации в сетях общего и специального назначения

Анферова М.С., Дрягин И.О., Петросян Ш.Г.
МАИ, Москва
Gludkina@yandex.ru

Проблема стратегического анализа и выбора направлений развития инновационного предприятия чрезвычайно усложняется и становится исключительно актуальной в условиях перехода к 6-му технологическому укладу и индустрии 4.0, ускорения и сокращения продолжительности инновационного цикла.

Информационной основой решения данной задачи является проведение непрерывного глобального мониторинга научно-технологических направлений и тенденций развития.

Объём информации в сетях общего и специального назначения непрерывно возрастает. Ситуация осложняется тем, что большая часть всех этих данных — неструктурированные.

В целом работа с неструктурированными (Unstructured Data Analysis, UDA) данными сводится к решению нескольких задач: поиск и агрегация контента из различных источников, извлечение данных в соответствии с заданными параметрами и их семантический анализ, предоставление итоговых сведений пользователю в удобном графическом виде.

Существуют три основных подхода к обработке неструктурированной информации, различающихся по природе используемых методов:

1. Лингвистический (NLP, Natural Language Processing). Цель лингвистического подхода в большей мере исследовательская — это стремление понять суть естественного языка, используя компьютер в качестве инструмента.
2. Семантический. Данный подход при изучении информации дает возможность раскрыть ее содержание и показать отношения между смысловыми значениями ее элементов.
3. Искусственный интеллект может быть применен в тех частях системы, где требуется решение задач, которые традиционно считаются прерогативой человеческого интеллекта, например, при решении задачи кластеризации документов, хранящихся в базе, на основе анализа их содержимого.

Применительно к решению проблемы анализа большого объема неструктурированной информации данное направление можно считать наиболее перспективным, так как методы искусственного интеллекта способны наиболее эффективно решить задачу повышения структурированности данных, а также в некоторой степени нивелировать недостатки рассмотренных выше подходов.

Был проведен анализ направлений создания систем интеллектуального поиска и кластеризации информации, а также исследований, проводимых в данной области ведущими зарубежными научными и коммерческими организациями. В ходе анализа было выявлено еще одно направление, применимое к информационному поиску в условиях больших объемов неструктурированной информации, – метапоиск (поиск без использования собственного поискового индекса, осуществляемый за счет смешивания и переранжирования результатов других поисковых систем).

На основе анализа реализуемых исследовательских проектов были выявлены следующие приоритетные функции, которые должен поддерживать разрабатываемый сервис для повышения качества и эффективности информационного поиска в условиях экспоненциально растущих объёмов разрозненной, неструктурированной информации:

1. Формирование поискового образа на основе методов теории исчисления предикатов с использованием ключевых слов и метаданных.
2. Полнотекстовый поиск документов в пределах базы информационных ресурсов информационно-аналитического комплекса.

3. Поиск документов, семантически близких к заданным эталонам в пределах рассматриваемой предметной области.

4. Кластеризация найденных документов с целью упрощения их дальнейшего восприятия и фильтрации аналитиком.

5. Автоматизированная проверка актуальности базы информационных ресурсов с целью реализации задачи непрерывного мониторинга.

Создание интеллектуальных алгоритмов поиска и кластеризации информации позволит существенно повысить эффективность и релевантность глобального мониторинга информации в сетях общего и специального назначения.

Разработка оптической измерительной системы

Анциферов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, Москва
antonio-vidnoe@yandex.ru

Различные измерительные системы применяются во многих отраслях техники. Так, например, измерительные системы могут использоваться для контроля геометрии разного рода объектов. Качество выпускаемой продукции напрямую зависит от качества измерений. Причем эти измерения приходится проводить как при изготовлении деталей, так и в ходе их эксплуатации и ремонта. Измерения размеров требуются также при входном контроле. Кроме того, измерения необходимы для решения задач реверс-инжиниринга, в ходе которого по образцу имеющейся детали создается ее геометрическая модель, с помощью которой в дальнейшем разрабатываются документация и чертёж изделия [1].

В качестве основы разрабатываемой измерительной системы была выбрана оптическая система в компоновке с одной камерой и измерительным щупом.

Измерения проводятся следующим образом: оператор последовательно касается кончиком щупа контрольных точек объекта. В каждой из этих точек происходит фотографирование световой мишени щупа. Далее по изображению световых точек вычисляются координаты кончика измерительной указки. Эти координаты и являются координатами контрольных точек изделия.

В ходе анализа изображений решается задача определения внешних параметров камеры (матрицы поворота и вектора переноса) по соответствиям трёхмерных координат точек и их проекций на плоскость камеры. Эта задача известна в области обработки информации в системах компьютерного зрения и называется PnP (Perspective n Points problem). Для её решения могут быть применены различные алгоритмы, такие, как DLS, LHM и EPnP [2].

Таким образом, после обработки изображения мы имеем массив контрольных точек с вычисленными координатами, по которым можно определить размеры изделия.

Список литературы

1. Зубарев Ю. М., Косаревский С. В., Ревин Н. Н. Автоматизация координатных измерений. Учебное пособие. СПб.: Изд-во ПИМаш, 2011, 160 с.

2. Lu, C.-P., Hager, G. D., & Mjolsness, E. (2000). Fast and globally convergent pose estimation from video images. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22(6), 610–622.

Сетевой режим автоматизированной обучающей системы для подготовки специалистов в области разработки бортового оборудования перспективных летательных аппаратов

Аревшатян Э.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Павлова Н.В.
МАИ, Москва
arevshatyaneduard@gmail.com

Бортовое оборудование современных и перспективных летательных аппаратов разрабатывается с использованием новых информационных технологий, и в частности CALS-технологии. Успешное применение этих технологий связано с наличием так называемой критической массы автоматизированных рабочих мест, укомплектованных необходимым программным обеспечением и специалистами, способными с этим обеспечением работать [1].

Такая сеть автоматизированных рабочих мест должна отслеживать весь цикл обучения специалиста от момента его поступления в вуз до защиты выпускной работы. Ее основу должна составить структура, состоящая из ядра и двух контуров внешних элементов.

Ядро системы включает базу данных, систему ведения учебного процесса от поступления до окончания вуза и систему автоматизированного документооборота. Во внутренний контур входят программно-технические средства, соответствующие этапам обучения в вузе. Во внешний контур входят компоненты, связанные с непосредственными исполнителями отдельных работ.

Система за счет выбора структуры и используемых программных средств реализуется как развиваемая автоматизированная система и предназначена для работы в сети с использованием клиент-серверной архитектуры на базе языка программирования JavaScript и сервера Apache. Система включает базу данных MySQL.

В сетевом режиме осуществляется дистанционный контроль обучающихся с использованием средств искусственного интеллекта, что позволяет реализовать оперативный контроль качества обучения. Для реализации алгоритмов искусственного интеллекта использована программная среда, написанная на языке Python, для реализации клиент-серверной архитектуры – JavaScript с применением сервера Apache.

Разработана первая очередь автоматизированной обучающей системы для подготовки специалистов в области разработки бортового оборудования перспективных летательных аппаратов.

Проверены режимы работы системы, связанные с усвоением материала обучающимися.

Проведённые эксперименты подтвердили работоспособность разработанного программно-алгоритмического обеспечения и его применимость в качестве базового в создаваемой автоматизированной обучающей системе, включающей сетевой режим.

Список литературы

1. Аревшатян Э.С., Павлова Н.В. Первая ступень автоматизированной обучающей системы. Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 102, М.:, 2018.

2. David Mioduser, Richard L. Venezky, Brian Gong, Students' Perceptions and Designs of Simple Control Systems // Computers in Human Behavior, Vol. 12, No. 3, pp. 363-388, 2015.

3. Robert B. Kvavik, Convenience, Communications, and Control: How Students Use Technology, EDUCAUSE Center for Analysis and Research and University of Minnesota, Twin Cities.

Исследование математической модели слияния потоков газа в системе разветвляющихся каналов

Астапенко Н.И.
Научный руководитель — Молчанова С.И.
МАИ, Москва
astapenkonikita@yandex.ru

Постановка задачи: разработать алгоритмы и программу для решения нелинейных алгебраических уравнений, описывающих движение газового потока в разветвляющихся каналах.

В нашей работе рассматривается локальная область течения газа в узле трех каналов произвольной ориентации и размеров поперечных сечений. Вне области, ограниченной сечениями каналов, течение газа считаются одномерными; в одном из них заданы все параметры состояния, в двух других они подлежат определению. В такой постановке законы сохранения приводят к незамкнутой системе уравнений. Здесь дополнительные соотношения следуют из условия независимости термодинамической функции – коэффициента восстановления давления – от геометрических аргументов.

Под узлами каналов подразумеваются участки каналов с локальными конечными по величине воздействиями на поток газа в виде: скачка площади поперечного сечения канала, локального подвода – отвода тепла и (или) массы, излома оси канала, комбинации перечисленных воздействий. Законы сохранения в интегральной форме с осреднением параметров состояния на характерных участках поверхности узла приводят к незамкнутой системе алгебраических уравнений и необходимости дополнения их гипотезами. Известные гипотезы, в различной степени, нарушают законы сохранения и (или) второе начало термодинамики.

Выполнен анализ и сравнение с подходами других авторов.

Актуальность данной работы связана с тем, что расчет математической модели слияния потока газа в разветвляющихся каналах важен при проектировании в двигателе- и авиастроении, а именно в расчетах элементов энергетических машин, гидрогазоавтоматики авиационных систем, трубопроводных систем нефтегазовой отрасли, систем подземных выработок и каналов и т.п. В частности, он является необходимой составной частью задач распада произвольного разрыва (РПР) в узлах каналов, использующих законы сохранения в интегральной форме и одномерную трактовку течения на границах зоны перестройки потока.

Для решения системы нелинейных алгебраических уравнений, описывающих слияние газового потока в разветвляющихся каналах, предполагается выбрать один из методов нелинейного программирования:

- Градиентные методы.
- Методы Монте-Карло.
- Теорема Куна–Таккера.
- Дробно-линейное программирование.
- Метод прямого сканирования.
- Метод половинного деления.
- Метод «золотого сечения».
- Метод Фибоначчи.
- Метод Гаусса–Зайделя.

Разработка веб-приложения для преподавателей «Электронный помощник»

Афанасенков А.В.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Ussuriusk
Andrey1a1v@gmail.com

В настоящие время происходит активное развитие информационных технологий, в том числе связанных с системой образования. К сожалению, некоторые вопросы остались без должного внимания. Одним из таких вопросов является учет посещаемости и успеваемости студентов.

Некоторые преподаватели решают эту проблему с помощью Excel-таблиц, в то время как большинство до сих пор использует бумажную альтернативу в виде списка группы. Этот подход имеет ряд очевидных недостатков, в том числе трудности при попытке внести корректировки в имеющиеся записи, отсутствие единого формата, недолговечность бумажных носителей или необходимость иметь множество листов, приводящая к путанице.

Одним из возможных путей решения данной проблемы является разработка мобильного помощника – приложения, совмещающего в себе электронную версию журнала посещаемости и учета успеваемости студентов, органайзер и некоторые дополнительные функции. Приложение должно отвечать ряду требований, ключевым из которых является простота освоения, способствующая активному применению приложения среди всех возрастных групп. Кроме того, важно эффективное осуществление вышеуказанных функций, а также наличие интеграции с системами электронного обучения (LMS). Опционально наличие дополнительных функций, таких, как отображение контактных данных студентов или подсчет средних баллов.

Рассмотрим техническую часть вопроса. В качестве платформы для приложения рекомендуется выбрать Web, основным преимуществом которого является кроссплатформенность. Приложение должно быть адаптировано под интерфейсы всех мобильных устройств. Вся информация будет храниться в базе данных MySQL. Приложение должно иметь минималистичный интерфейс, способствующий легкому восприятию информации

Перейдем к логике работы приложения. После входа преподавателю будет показана группа, в которой он должен вести занятие в данный момент. Это будет реализовано за счет анализа времени и расписания преподавателя, выполнившего вход. Далее у преподавателя будет возможность выбрать одно из двух действий: поставить оценку или отметить посещаемость. При выборе второго действия на экран будут поочередно выводиться студенты, а преподавателю нужно будет нажимать на одну из кнопок: “Присутствует” или “Отсутствует”. Для простановки оценок необходимо выбрать ученика из имеющегося списка. После выбора будет открыта карточка ученика, в которой отобразится личное дело, его прошлые оценки, тип оцениваемой в данный момент работы (лабораторная, практическая, контрольная) и список возможных оценок.

Описанное выше Web-приложение позволит значительно упростить работу профессорско-преподавательского состава путём внедрения актуальных технологий электронного обучения в их рабочую деятельность.

Принципы работы управления и мониторинга умным домом

Ачба А.Р., Калашник А.С.
Научный руководитель — Николаев П.Л.
МАИ, Москва
sandrik12345@gmail.com

Для начала разберемся, что такое умный дом и для чего его используют. Под термином «умный дом» понимают автоматизированный комплекс систем безопасности и жизнеобеспечения, управляющий электрооборудованием в здании автоматически или человеком при помощи общего «пульта» управления. Систему умного дома используют как в частных домах, так и в коммерческих зданиях. Она позволяет управлять всеми подключенными электронными устройствами и бытовыми приборами из любого места и в любое время, например вы можете управлять освещенностью, климатом и т.д. в помещении, находясь при этом в другом.

Все управление происходит централизованно или децентрализованно. Первый вариант осуществляется с помощью общего сервера, к которому подключены все приборы через кабель или беспроводную сеть. Он принимает запросы с датчиков или пультов управления, обрабатывает их, а потом посылает команды на исполнительные устройства. Второй вариант подразумевает, что на каждом исполнительном устройстве присутствует свой процессор, который обрабатывает и выполняет команды.

Мониторинг осуществляется специальными датчиками, которые ведут постоянную проверку и оповещение при необходимости. Они позволяют получать сведения о состоянии дома, даже если вы находитесь на другом континенте, автоматически запускать те или иные приборы в зависимости от ситуации, например включить кондиционеры, если становиться душно, или наоборот, включить обогреватель если холодно. Мониторинг также ведется системами безопасности, которые обеспечивают защиту от пожаров, задымлений, проникновений и тому подобному.

С каждым годом данная система совершенствуется, она становится доступнее, что приводит к повышению уровня жизни.

Выделение голосовой информационной составляющей из человеческой речи

Бабуджи С.Ю., Семенова Т.Б., Думанский А.И.
Научный руководитель — к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
svietlana.babudzhi@mail.ru

При взгляде на осциллограмму речи трудно определить волну, которая несет в себе голос конкретного человека. Существующие системы аутентификации по голосу для выделения голосовой составляющей предполагают применение некоторых алгоритмов. Звуковой поток – это сумма звуков, которые определяются артикуляционным аппаратом человека и окружением, в котором произносится речь. Алгоритмы не принимают во внимание уникальность голоса для каждого человека, опираются на известные характеристики, которые не могут учитывать все голоса и поэтому могут гасить не только шумы и информационную составляющую, но и случайно подходящую под параметры волну, отвечающую за голос. Для ее выделения необходимо разложить звуковой поток на составляющие его волны. В рамках этого разложения одна из волн будет относиться к голосу и единственно возможным ориентиром может быть примерный диапазон голосовых характеристик человека с учетом возраста и пола.

Инициативные исследования по распознаванию информационного содержания волн, проводимые под началом нашего руководителя, привели к формированию особого подхода, ориентированного на структуризацию звукового потока в соответствии с качественными характеристиками, и использованию качественной меры для сравнения различных конфигураций без прямого учета их количественных характеристик [1]. По сравнению с другими методами осуществляется переход к дискретному анализу с отказом рассмотрения непрерывного представления функции и её промежуточных точек, находящихся между экстремальными (характерными) точками. Матрица, отображающая отношения между точками, является иерархической структурой, которую можно представить как систему вложенных волн разной длины. Процесс перехода на следующий уровень структуризации связан с «схлопыванием» (игнорированием) волн меньшей длины и формированием структуры следующего уровня волн большей длины. Такой процесс может быть осуществлен итерационно до сведения к базовой конфигурации.

Задача состоит в том, чтобы определить диапазон голосовых характеристик человеческого голоса для основной категории граждан и зафиксировать в виде структур с последующим использованием для тестирования разрабатываемых алгоритмов. Распознавание предполагает серию алгоритмов, каждый из которых имеет самостоятельное применение:

• Алгоритм получения спектра волн на разных уровнях иерархии.

• Алгоритм нахождения уровня иерархии, подходящий под характеристики длин волн человеческого голоса.

• Алгоритм получения модели представления человеческого голоса для возможности его дальнейшего сравнения (алгоритм кучности).

• Алгоритм сравнения моделей на основе качественной меры.

Все вышепредставленные алгоритмы должны быть использованы для реализации в виде библиотеки DLL и присоединения их к технологическому комплексу [2], разработанному на кафедре.

После отладки и серии экспериментов вышеперечисленные программы можно будет использовать и встраивать в системы голосовой идентификации человека.

Список литературы

1. Балакирев Н.Е. Количественная и качественная оценка исследуемых объектов на примере простейших отношений // Вестник ВГУ, серия: 2. Системный анализ и информационные технологии, 2016, № 2. 188 с.

2. 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: Изд-во НГТУ, 2018. С. 22-28, 65-72.

Приложение для моделирования денежных накоплений

Бабченков В.Ю., Маханкин А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
vbabchenkov@mail.ru

В данной работе рассмотрена задача моделирования денежных и материальных накоплений ансамбля семей [1]. Под ансамблем семей понимается некоторая совокупность семей. Решение этой задачи позволяет определить плотность распределения семей по пространству денежных и материальных накоплений в любой момент времени t и спрогнозировать материальное положение семей в будущем. Основной целью является создание моделирующего программного обеспечения.

В приложении была построена математическая модель процесса, а также реализован численный метод решения разностной задачи. По рассчитываемой модели отображается поверхность в трехмерном виде, учитываются детерминированные и случайные доходы и расходы семей.

Заданная начальная краевая задача для уравнения параболического типа, приведенная к виду неявной разностной схемы, решается с помощью схемы переменных направлений с промежуточным шагом. Полученное уравнение решается с помощью метода прогонки.

В качестве языка разработки был выбран кросс-платформенный язык программирования Python [2] с набором математических библиотек NumPy и MatPlotlib. Для разработки графического интерфейса был использован графический фрэймворк PyQt5 [3].

Список литературы

1. В. Т. Ерофеенко, И. С. Козловская. Уравнения с частными производными и математические модели в экономике. М.:Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. 248 с.

2. М. Лутц. Изучаем Python. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 1280 с.

3. Н. А. Прохоренок, В. А. Дронов «Python 3 и PyQt 5. Разработка приложений» СПб.: БХВ-Петербург, 2016. 832 с.

Интегральные алгоритмы сравнения текстов на русском языке

Бандурина О.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
merci1509@yandex.ru

В настоящее время проблема определения оригинальности текста занимает значительное место и является актуальной в целом ряде областей человеческой деятельности. Огромное количество текстов, обмен, копирование, в том числе и без указания первоисточника, стали причинами плагиата и повторов в текстах.

Автоматическое сравнение текстов позволяет значительно сократить время и подойти к решению таких проблем, как определение тематической принадлежности текстов, автора текста, определение сходства текстовых документов, сравнение текстов для определения тематической близости, для автоматической классификации и т.д.

Существует ряд алгоритмов для нахождения общего и сравнения текстов на русском языке. Применение нужного алгоритма зависит от конкретной задачи, характера и объёма данных, особенностей предметной области.

Одним из алгоритмов определения сходства документов на предмет заимствования и определения нечётких дубликатов, является алгоритм шинглов [1], выделенных для сравнения из текста отдельных частей с определенным количеством слов в их последовательности для проверки на уникальность. Поиск нечетких дубликатов позволяет предположить, являются ли два объекта частично одинаковыми или нет.

Реализация алгоритма основывается на использовании инструментов графематического и морфологического анализа текста и включает этапы:

1. Канонизация текстов – приведение оригинального текста к единой нормальной форме с помощью фильтрации вспомогательных единиц текста, которые не должны участвовать в сравнении.
2. Разбиение текста на шинглы.
3. Вычисление хешей шинглов. Существуют различные подходы к вычислению контрольных сумм, которые получают с помощью хеширования по различным алгоритмам.
4. Сравнение и определение результатов – оценки степени сходства документов, определение нечетких дубликатов. Зависит от полученного результата на предыдущем этапе. Возможны следующие варианты: нахождение пересечения (общих элементов) двух множеств хешей и, в зависимости от результата, оценка сходства или поэлементное сравнение полученных строк с хеш-суммами из обоих текстов, в случае использования нескольких алгоритмов хеширования [1].

Алгоритм выравнивания последовательностей был получен путем модификации одного из алгоритмов выравнивания последовательностей биополимеров и реализован на языке Haskell. За основу был взят алгоритм парного выравнивания, предназначенный для нахождения непересекающихся участков наибольшего сходства в двух последовательностях биополимеров, причем необязательно следующих в одинаковом порядке в обеих последовательностях [2].

При этом существующие алгоритмы не позволяют сравнить тексты с точки зрения их смысла. Для более полного ответа на вопрос схожести текстов требуется их «понимание». Для этого необходимо использовать семантическое представление, которое должно отражать взаимосвязи окружающего мира или отдельных его компонент в виде модели текста или предметной области. Описанное в [3] семантическое представление состоит из двух уровней. Верхний уровень – это заранее построенная семантическая сеть, вершинами которой являются понятия. Нижний уровень – семантическая сеть, которая автоматически строится по тексту и узлами которой являются словосочетания или отдельные слова.

По сравнению с алгоритмами на уровне морфологического анализа текстов, алгоритм сравнения текстов с использованием семантического представления требует большего времени и ресурсов, а также развития и дополнения построенной семантической сети верхнего уровня [3]. Поэтому необходимо создание интегральных алгоритмов сравнения текстов:

1. Применение алгоритмов шинглов и выравнивания последовательностей.
2. Анализ результатов, предварительное определение схожести текстов.
3. Построение семантического представления нижнего уровня сравниваемых текстов.
4. Построение отображений на семантические представления верхнего уровня.
5. Сравнение представлений верхнего уровня, окончательное определение схожести текстов.

Таким образом, реализация интегральных алгоритмов и программных средств для сравнения текстов позволит получить новые результаты в области исследования произведений со спорным авторством и улучшить работу систем антиплагиата, поисковых систем, систем классификации и др.

Разработка мобильной CRM-системы поддержки туристов

Бареев Т.В.
Научный руководитель — доцент Чумакова Е.В.
МАИ, Москва
dhsk@yandex.ru

Сегодня трудно себе представить путешествия без использования современных технологий. Но огромное количество ненужной, зачастую недостоверной, информации затрудняет изучение сведений о предстоящей поездке для туристов, особенно для тех, кто путешествует в первый раз. Также могут возникнуть трудности у тех, кто путешествует за границу, но при этом недостаточно знает иностранные языки.

Создание приложения с мобильным доступом позволит туристам сориентироваться, оказавшись в незнакомых условиях. А жесткая модерация добавляемой пользователями информации избавит туристов от недостоверной информации. Появляется возможность просматривать в нужный момент информацию как через мобильное приложение в отсутствие интернета, так и через сайт.

Приложение разрабатывалось с использованием современных технологий и включает в себя клиент-серверную часть, то есть клиентскую часть, которая взаимодействует с сервером при помощи браузера, и серверную часть, за которую отвечает веб-сервер, базу данных, и android приложение. Для реализации базы данных был использован Microsoft SQL Server. Веб-сервер был реализован python, с использованием свободного фреймворка Django. Сайт написан на HTML, CSS, с использованием библиотеки Bootstrap. Сервер разделяет пользователей на: администраторов, модераторов, авторизированных пользователей и неавторизированных пользователей. Авторизированным пользователям предоставляется возможность самим предлагать информацию, в случае, если она окажется достоверной, информация будет добавлена. Неавторизированным пользователям предоставляется возможность только просматривать информацию. Мобильное приложение осуществляет связь с сервером посредством REST-API, оно написано на Java. В нем доступны те же функции, что и на сайте.

Разработка программного обеспечения расчёта корректирующих сигналов для 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

Современное машиностроительное производство характеризуется ростом сложности изготавливаемых изделий. Среди прочих характеристик изготавливаемых деталей важную роль играет точность изготовления контура детали, который часто имеет сложную геометрию. Изломы траектории, сопряжения в разных сочетаниях различных геометрических примитивов, кривые высокого порядка и др., в сочетании с современными материалами режущего инструмента создают противоречивые требования к точности и производительности контурной обработки. С одной стороны, обеспечение точности требует снижения контурной скорости, с другой – увеличивается оптимальное значение скорости резания, что, в свою очередь, обеспечивает повышение производительности 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 и двух линий, соответствующих конфигураций, ограничивающих допустимое положение инструмента относительно заготовки.

С учётом вышесказанного была поставлена задача нахождения способа обеспечения положения исполнительного механизма станка в области допустимых значений в течение всего процесса 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.

Для определения значений корректирующих сигналов была разработана модель динамических процессов, происходящих при контурной обработке, на основе теории автоматического управления.

Особенностью полученной модели является адекватность реальным динамическим процессам и экономичность при реализации ее средствами вычислительной техники.

Для реализации разработанной математической модели было разработано программное обеспечение на языке Си++, что позволило использовать стандартную аппаратную часть. В частности, для эксперимента, проведённого в лаборатории кафедры МГТУ им. Н.Э. Баумана, был использован персональный компьютер средней комплектации. Сформированный подход, основанный на методе пространства состояний, позволил обеспечить скорость получения параметров корректирующих сигналов 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 создании систем ЧПУ фрезерными и токарными станками повышенной точности.

Разработка системы мониторинга безопасности веб-сайтов

Бизюков Д.И.
МАИ, Москва
jokai.sor@gmail.com

Разработка новых веб-сайтов часто сосредотачивается на опыте заказчика, и чаще всего она сводится к обеспечению необходимой функциональности и качественного интерфейса для пользователей. Достаточно часто внимание уделяется и серверной системе. Вопросами обеспечения безопасности при этом пренебрегают или откладывают их решение на последнюю стадию – стадию тестирования приложения.

Опыт многих лет работы различных компаний показывает, что обеспечение безопасности веб-сайтов должно начинаться еще на ранних стадиях процесса проектирования и разработки.

Целью решения проблем безопасности веб-сайтов является: обеспечение высокой доступности сайтов, качества серверных решений и защита конфиденциальных данных, разработка надежных и безопасных решений.

Необходимо отметить, что стоимость и время, потраченное на реализацию мер безопасности на стадии разработки сайта, намного меньше, чем придётся потратить на совершенствование их на этапе запуска в эксплуатацию или исправление уже «готовых» сайтов. Из этого следует, что нужно своевременно позаботиться о безопасности сайта и провести качественный мониторинг для поиска уязвимостей.

Основная задача мониторинга – выявить потенциальную проблему до того, как она стала актуальной, или узнать как можно раньше о том, что все плохо, то есть когда проблему еще можно решить оперативно и недорого.

Мониторинг безопасности проверяет сайт на наличие различных угроз безопасности, уязвимостей, бана, проблем конфигурации и заражение вирусами. Сервисов, которые позволяют проверять доступность сайта, достаточно много, а вот рабочих сервисов мониторинга безопасности практически нет, как и информации о том, из чего складывается оценка после проведения проверки.

Качественный мониторинг состоит из нескольких этапов, недостаточно будет запустить какой-то один из сервисов проверки, которые в изобилии предлагаются сейчас в интернете. Крайне желательна многоступенчатая проверка. Её главные этапы:

- разведка, в ходе которой собирается вся информация о вашем сервере;
- сканирование – непосредственная проверка на уязвимости, исходя из собранной информации;
- эксплуатация, необходимая для демонстрации реальной опасности уязвимостей;
- исправление – устранение всех найденных на сайте проблем.

В ходе проведенного исследования были установлены недостатки в существующих системах мониторинга безопасности веб-сайтов и исходя из этого выявлена необходимость разработать систему с поддержкой функционала проверки сайтов на несанкционированные перенаправления, вредоносное ПО, взлом хостинг-провайдера, взлом CMS, состояние ссылок, надежность и гибкость. Объединение всех этих функций в одной программе должно сделать ее наиболее полезной и удобной из всех рассмотренных вариантов и является основным требованием к созданию системы мониторинга безопасности веб-сайтов в сети Интернет.

Разработка программного обеспечения для работы с расписанием учебных занятий

Биктимиров Р.И.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
biktimirov-1996@mail.ru

Информационные технологии стали неотъемлемой частью нашей жизни. Почти невозможно представить человека без использования современных технологий. Они практический каждый день совершенствуются и развиваются.

Важной проблемой в любом вузе является качественная организация учебного процесса, следовательно, правильное и точное расписание занятий обеспечит равномерную нагрузку на студенческие группы и профессорско-преподавательский состав. Данный проект оптимизирует и улучшит качество расписания.

Цель работы – разработка программного обеспечения для эффективной и качественной работы с расписанием высшего учебного заведения.

Задача данной работы состоит в том, чтобы преподаватели при составлении расписания смогли оптимально распределить нагрузку на студентов, построить индивидуальный учебный план, сформировать полный отчет, свободно пользоваться многофункциональным и удобным пользовательским интерфейсом, а студенты могли вовремя получать уведомления, информацию от преподавателей и следить за расписанием занятий.

Выбрана СУБД MySQL – свободная система управления базами данных, позволяющая хранить всю полезную информацию не на сервере, а в базе данных. Это то же расписание занятий, учетные записи, полезная служебная информация.

Средствами разработки являются современные технологии:

PHP – самый распространённый язык веб-программирования, на котором написано большинство веб-приложений. Является лидером среди языков для создания динамических веб-сайтов.

JavaScript – компактный, гибкий и универсальный, полноценный динамический язык программирования, который добавляет огромное количество дополнительных функций.

AJAX, HTML и CSS – инструментарий для реализации программного обеспечения и управления им – веб-приложение, динамическая обучающая среда, система управления обучением Moodle.

Разработанный интерфейс включает несколько режимов просмотра по выбранным параметрам запроса: расписание преподавателей кафедры на день/на неделю, расписание групп кафедры на день/на неделю, расписание отдельного преподавателя/группы на день/на неделю, расписание по аудиториям. Также в него включён личный кабинет студента и преподавателя, где авторизуются с использованием своих учетных данных (логина/пароля) для доступа к электронным ресурсам высшего учебного заведения. Интерфейс ввода расписания позволяет максимально удобно вводить, выбирать, переставлять, изменять и удалять соответствующие данные без лишних проблем и манипуляций. В проекте реализована проверка введенных пользователем данных. Преподаватель может рассылать SMS/email уведомления студентам об изменениях в расписании, о срочной новости и о любой другой информации, требующей внимания. Студенты и преподаватели могут распечатывать информацию в удобном, компактном и понятном формате.

Результат работы применим в деятельности не только конкретного учебного заведения, но и для других учебных заведений для совершенствования образовательного процесса.

Построение архитектуры хранилища высоконагруженного интернет-сервиса с интенсивным обменом малых порций данных

Блонцева Ю.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
JB433@ya.ru

Node.js – это платформа разработки с открытым исходным кодом для выполнения кода JavaScript на стороне сервера. Node полезен для разработки приложений, которым требуется постоянное соединение из браузера с сервером. Часто используется для приложений реального времени.

При разработке социального интернет-приложения подключения и использования баз данных невозможно избежать. Далее мы рассмотрим, какие информационные системы удобнее использовать при взаимодействии с Node.js. Одним из вариантов классификации является разделение на SQL и NoSQL.

Для начала подробнее разберем особенности типа SQL. Он способствует работе с реляционными базами данных и базируется на хранении данных при помощи таблиц, что позволяет успешно организовать всю информацию, чему также способствуют схемы и зависимости между ними. К положительным сторонам данного типа можно отнести целостность базы данных и ее структурированность.

Перейдем к анализу типа NoSQL. Данный вид предпочтительнее в связи с тем, что позволяет хранить абсолютно произвольный JSON, что, несомненно, будет положительно влиять на разработку социального интернет-приложения при использовании Node.js. При многочисленности плюсов, есть и недостатки:

1. Невозможность гарантировать согласованность данных.
2. Затруднено определение структуры, находящейся в базе данных.

Рассмотрим наиболее популярную базу MongoDB. Существует распространенное заблуждение, что с платформой Node.js можно использовать исключительно MongoDB, это конечно же не так. Драйверы и библиотеки, которые помогают взаимодействовать с Node.js, есть у множества баз данных, которые так же удобны и элементарны в использовании, но MongoDB является наиболее распространенной, и при ее применении используются более простые запросы, чем при декларативном языке.

Учитывая, что выбор базы данных направлен на разработку интернет-приложения, выберем тип хранилища NoSQL для большинства информации. Исходя из поставленной задачи, данный вид базы данных будет наиболее удобен и продуктивен в использовании. В отличие от SQL, информация будет неструктурированная, но не будут накладываться ограничения на типы данных, поступающей информации. Помимо этого, NoSQL поможет уменьшить время на разработку, а также увеличить скорость работы и объемы хранимой информации. Но мы не можем безусловно остановиться на одном хранилище, параллельно будем использовать MySQL, для увеличения надежности хранения информации.

Разработка многопоточного кросс-платформенного приложения при помощи Qt 5

Бондаренко Р.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
rnikbond@gmail.com

Быстродействие – это один из важнейших критериев любого современного приложения. Сбалансированные алгоритмы с максимальной производительностью повышают скорость работы приложения, но чаще всего они выполняются последовательно, в одном потоке. Используя несколько потоков в одной программе, можно значительно увеличить ее производительность за счет распараллеливания выполняемых задач.

Фреймворк Qt 5.* является одним из лучших на сегодняшний день для реализации многопоточного, производительного и кросс-платформенного приложения. В этом фреймворке существует несколько классов, которые позволяют создавать потоки и управлять ими. QThread является основным классом для работы с потоками, в котором реализован весь необходимый функционал, позволяющий управлять потоками независимо от платформы, на которой работает приложение. Первый способ создания нового потока – это наследование от класса QThread и переопределение функции run(), в которой реализуется весь функционал, который должен выполняться в новом потоке. Второй способ – использование статической функции QObject::moveToThread(QThread *targetThread). Оба способа позволяют переместить выполнение задачи в новый поток. Разница между методами заключается в том, поток, созданный 1-м способом, поместит испускаемый сигнал в очередь событий, и связанный с ним слот будет вызван в цикле обработки событий. При создании нового потока при помощи 2-го способа, при испускании сигнала, связанный с ним слот вызывается немедленно, подобно обычному вызову функции.

Каждый описанный метод создания потока подходит для решения множества задач для любого современного приложения, нацеленного на быстродействие. Для достижения наилучшего результата необходимо тщательное планирование архитектуры многопоточного приложения, в процессе которого нужно учитывать особенности работы каждого из методов.

Анализ эмоциональной тональности новостного потока с использованием нейронной сети

Ботолов Н.И.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Лемтюжникова Д.В.
МАИ, Москва
nik-botolov@yandex.ru

В современном мире каждый день происходит огромное количество разнообразных событий и появляется не меньшее число новостных статей, описывающие их. Но их эмоциональная окраска не всегда очевидна. Она может быть разнообразной: позитивной, негативной, агрессивной, удивляющей и т.д. В основе данного проекта лежит анализ эмоциональной тональности, который позволяет оценить эмоциональную составляющую новостных статей.

Анализ тональности текста, или сентимент-анализ, – класс методов контент-анализа в компьютерной лингвистике, предназначенный для автоматизированного выявления в текстах эмоционально окрашенной лексики и эмоциональной оценки наблюдателями объектов, о которых идет речь. Тональностью же называют эмоциональное отношение к объекту.

Нейронная сеть – это последовательность нейронов, соединенных между собой синапсами. Структура нейронной сети пришла в мир программирования прямиком из биологии. Благодаря этому машина обретает способность анализировать и даже запоминать различную информацию, что дает возможность решать сложные задачи, требующих аналитических вычислений. Самыми распространенными применениями нейронных сетей являются:

• классификация – распределение данных по параметрам;

• предсказание – возможность предсказывать различные изменения, например рост или падение акций;

• распознавание – используется для поиска изображений или в камерах телефонов, когда оно определяет положение вашего лица и выделяет его.

Проект представляет собой новостной агрегатор, в котором статьи для прочтения можно выбирать не только по различным темам, но и по их эмоциональной окраске. Для этого была собрана база данных новостных текстов, взятых из различных открытых источников. Перед тем как статья попадает в базу, она проходит через нейронную сеть, специально собранную для решения задачи сентимент-анализа. Помимо этого, ресурс предоставляет возможность оценить эмоциональное состояние пользователя и на основе этого подобрать для него подходящие новостные статьи.

Для реализации данного проекта были выполнены следующие этапы:

• Разработана гибридная нейронная сеть, состоящая из слоев сверточной и рекуррентной нейронных сетей на языке программирования Python с использованием специализированной библиотеки Keras.

• Разработано web-приложения на основе Django для визуализации и отображения результатов.

• Реализована база данных с помощью СУБД MSSQL.

• Использован эмотивный словарь EmoLex.

На данном этапе в проекте реализованы фильтр статей по эмоциональной окраске, прохождение психологического теста для определения эмоционального состояния пользователя, возможность подписаться на уведомления о появлении новых статей, возможность регистрации и комментирования новостных текстов.

Данный проект может быть использован для социологических исследований, а именно для оценки реакций общества на те или иные события, описанные в новостных статьях, для психологической реабилитации, когда у специалиста есть возможность не только оценить эмоциональное состояние пользователя, но и предоставить возможность улучшить его с помощью эмоционально размеченных статей. Также это может быть использовано редакторами новостных агентств для обеспечения разнообразия публикуемого материала.

В дальнейшем планируется введение в проект регистрации на данном ресурсе психологов с возможностью консультирования с ними в частном порядке. Также планируется введение авторизации через социальные сети.

Использование нейросетей для задачи планирования в аптеке

Бузин М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семенов Г.Е.
МАИ, Люберцы
klinoren@gmail.com

Искусственная нейронная сеть («нейросеть») представляет собой компьютерную программу, работающую по принципу человеческого мозга: полученные входные данные прогоняются через систему «нейронов» – более простых программ, взаимодействующих между собой, после чего на основе этого взаимодействия, а также опыта предыдущих запусков программы выдаётся результат. В качестве фреймворка использована открытая нейросетевая библиотека Keras, написанная на языке программирования Python.

Одной из задач планирования является прогнозирование – попытка заглянуть в будущее для оценки рисков. Примером прогнозирования может быть попытка аптекаря предсказать, сколько требуется заказать фармакологических средств на следующую неделю.

Нейросеть используется для прогнозирования следующим образом. Аптекарь загружает данные по продажам, хранящиеся в CSV-файле. В нём содержится информация по датам и объемам продаж. В результате у нас получается временной ряд, нейросеть его анализирует и выдаёт предполагаемое количество средств, которое требуется заказать на следующий момент времени ряда. Однако в данном случае стоит учитывать, что для того, чтобы уменьшить погрешность вычислений, необходима база данных за промежуток от 1 до 2 лет, так как одним из главных факторов является сезонность (связанность со временами года).

В результате аптекарь может оценить, сколько ему не хватает какого-либо средства и сформировать бюджет, что является одной из главных задач планирования. Использование данного метода будет особенно полезно для некрупных предпринимателей и при заказе средств с небольшим сроком годности.

Исследование методов деперсонализации данных в работе интернет-сервисов и разработка программного модуля работы с персональным данными

Булгаков М.С.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
bulmiha@gmail.com

В реалиях работы современных интернет-сервисов очень важно соблюдение принципов обеспечения безопасности персональных данных в связи с ожиданиями пользователей и действующим законодательством. Поэтому при разработке любого интернет-сервиса необходимо применять методы надежного хранения и деперсонализации персональных данных.

Для соблюдения всех этих принципов при разработке интернет-сервиса, последующем хранении и передаче персональных данных стоит использовать необходимые и достаточные методы работы с персональными данными.

С этой целью было проведено исследование криптостойких методов шифрования данных и различных протоколов виртуальных частных сетей.

В данное исследование входит сравнительный анализ различных подходов к шифрованию и обезличиванию персональных данных, а также сравнительный анализ поддерживаемых подходов к шифрованию в различных протоколах шифрования.

На основании данных сравнительных анализов было выявлено, что наиболее богатым функционалом обладает протокол OpenVPN, т.к. он позволяет применять широкий круг методов аутентификации пользователей, в том числе с использованием смарт карт, и поддерживает различные методы шифрования.

Однако OpenVPN имеет один недостаток – накладные нагрузки. Протокол WireGuard, с другой стороны, имеет крайне низкие накладные нагрузки и достаточно криптостойкое шифрование.

На основании исследования, для передачи персональных данных в отрытой сети Интернет было решено использовать протокол WireGuard. Протокол WireGuard является современным VPN-протоколом на основе шифрования ChaCha20, что делает его достаточно криптостойким для предотвращения атак с целью перехвата потока данных.

Также в ходе исследования была выявлена необходимость подтверждения подлинности передаваемой информации, в связи с возможностью ее подмены в ходе обмена.

На основании сравнительного анализа было принято решение использовать GnuPG как средство цифровой подписи и аутентификации, т.к. оно является открытым стандартом и имеет широкую поддержку платформ и методов хранения ключей, в том числе смарт-карты.

По результатам исследования было принято решение применить при разработке цифровую подпись файлов с использованием GNUPG для обеспечения аутентичности полученных данных. Конечным результатом работы станет интернет-сервис, отвечающий всем требованиям по защите и деперсонализации персональных данных.

Особенности оптимизации высокодетализированной 3D-модели для рендера в реальном времени

Вагин А.И.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
theflycatz@gmail.com

В сфере интерактивных развлечений 3D-моделирование получило широкое распространение в связи с удобством создания приближенного к реальному изображения. Тем не менее, в отличии от заранее отрендеренных проектов, наличие высокого уровня интерактивности накладывает свои ограничения в связи с ограниченными возможностями конечного оборудования рендерить определенное количество кадров в секунду, для создания плавного видеоряда и достаточного уровня отзывчивости управления.

Распространенным способом оптимизации 3D-модели является использование уровней детализации модели. Суть метода заключается в том, что чем наблюдаемый объект находится дальше от камеры сцены, тем менее детализированным он может быть, это касается как количества полигонов, так и разрешения текстур, что положительно сказывается на времени рендера одного кадра. Максимальное количество уровней детализации задается игровым движком, но слишком большое их количество может стать причиной потери производительности.

Создание вручную дополнительных низкополигональных версий исходной модели –трудоемкий процесс, поэтому перед разработчиком всегда встает сложный выбор: понижать качество сетки вручную, сохраняя детализацию выборочных участков модели, или же положиться на алгоритмы, встроенные в инструментарий создания модели, жертвуя общим уровнем детализации. Особенно остро этот вопрос встает при создании версий, предназначенных для использования на средних дистанциях, на которых сильное понижение уровня детализации может сказаться на качестве финального изображения.

В данной работе будет рассматриваться вариант ручной оптимизации для средних дистанций с целью сохранения достаточного уровня детализации модели персонажа.

Количество полигонов будет уменьшаться при помощи метода «Ретопология». Суть процесса сводится к созданию полигонов треугольной топологии правильной формы, для облегчения рендера средствами графического процессора, с сохранением формы исходной модели.

Таким образом, модель будет быстрее обрабатываться ГП, занимать меньше места в оперативной памяти. Соответственно, скорость отрисовки кадра увеличится, и мы получим на выходе более плавное изображение.

Оптимизация производства корпусных деталей оптических датчиков путем внедрения технологий 3Д-моделирования и 3Д-печати

Вальков В.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
victorvalkoff@gmail.com

Контроль качества во всех областях авиационной промышленности всегда был одним из наиболее приоритетных направлений, так как в силу специфики данной отрасли и сопряженных с ней сфер деятельности именно качество и надежность являются залогом безопасности жизни людей.

На фоне развития информационных технологий и различных высокотехнологичных средств производства, а также их повсеместного внедрения во все сферы жизни человечества, существует потребность в разработке современных высокоточных датчиков контроля качества технологических жидкостей, сочетающих в себе инновационные решения как в плане непосредственного функционирования, так и в плане изготовления и проектирования.

Можно сформулировать основные требования к средствам проектирования и изготовления разрабатываемого оптического датчика контроля качества чистоты авиационного топлива и других технологических жидкостей. Поскольку на данном этапе разработка носит характер мелкосерийного производства прототипов датчиков с активной работой над различными вариантами их конструкции и компоновки, то одним из основных требований является возможность гибкого и быстрого изменения чертежей и последующего переориентирования производства деталей на новые образцы. Также немаловажна низкая себестоимость изготавливаемой детали.

По итогам проведенного анализа существующих технологических решений для производства деталей была избрана технология 3Д-печати в целом и технология моделирования методом послойного наплавления (FDM, fused deposition modeling) в частности, как сочетающая в себе общедоступность, простоту в освоении и относительно низкую стоимость организации производства и среднюю себестоимость последующего изготовления деталей.

Согласно сформулированным требованиям, а также с учетом потенциально возможных дополнений этих требований в будущем, в процессе дальнейшей работы над прибором, в качестве программного обеспечения для непосредственного проектирования деталей и сборок корпусов была избрана система автоматизированного проектирования (САПР) Solidworks, сочетающая в себе простоту в освоении, полноту необходимого на данный момент функционала (3Д-моделирование, полуавтоматическое создание чертежей на основе существующих моделей, совместимость с программным обеспечением большинства 3Д-принтеров, возможность создания реалистичных представлений моделей с учетом материала для большей наглядности и тому подобное), а также и потенциал расширяемости в будущем при помощи подключения дополнительных модулей, таких, как модуль расчета гидродинамики, модуль схемотехники, модуль расширенного расчета механических нагрузок.

В результате проведённых исследований и разработок показана применимость и целесообразность использования технологий 3Д-моделирования и 3Д-печати для проектирования и изготовления прототипов и мелкосерийных партий оптических датчиков.

Экспертная система диагностирования автоматизированной системы управления промежуточной нефтеперекачивающей станции

Васильева А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
anna29-95@mail.ru

Перекачка нефти осуществляется с помощью нефтеперекачивающих станций. Они создают в трубопроводе напор и поддерживают его на протяжении всей транспортировки. Главной функцией нефтеперекачивающей станции является забор нефти из сечения трубопровода с низким напором и при помощи насосов увеличение его, а далее введение нефти в сечение трубопровода с большим напором. Одними из основных элементов, которые входят в состав нефтеперекачивающей станции, являются магистрально-насосные агрегаты, резервуарные баки, узлы учета, системы распределительных и подводящих трубопроводов, маслонасосы, устройства приема и пуска очистных устройств и поточных средств диагностики, аппараты воздушного охлаждения масла, вентиляции, задвижки, энергоснабжение, стенки взрывозащиты и т.д.

Узел учета нефти на потоке – это один из главных элементов НПС магистральных нефтепроводов. Он располагается на пути движения нефти от резервуарного парка к нефтепроводу.

Одной из требующих решения в нынешнее время задач является проведение диагностики автоматизированной системы управления на этапе ее тестирования. На данный момент времени диагностика объектов осуществляется вручную. Это затрудняет проверки. В ходе проверки оператор, диагностирующий объекты транспортировки нефти, может учесть не все факторы из-за большого количества сигналов, которые проверяются. Диагностика осуществляется в соответствии с требованиями, установленными в регламентирующем документе и типовых проектных решениях. В режиме проверки в реальном масштабе времени не все сигналы могут быть учтены, так как подсистема не может проверить все поступающие сигналы.

Перед тем как внедрить сложную систему, цена отказа которой велика, необходимо провести полномасштабное и всестороннее диагностирование ее функционирования. Автоматизированная система управления является сложной системой, требующей постоянного контроля связи с аппаратной частью. Для решения подобного класса задач одним из методов является применение аппарата экспертных систем, позволяющее существенно упростить методы проверки защит и

сигнализаций на объектах транспорта нефти, которые включают в себя вспомогательные системы. Экспертная система диагностирования позволит облегчить и ускорить проверку, повысить надежность проверки.

Экспертная система – это программа для компьютера, оперирующая знаниями в какой-либо области с целью выработки рекомендаций или решения проблем. Одним из главнейших свойств экспертных систем является то, что их первичным предназначением было использование человеком и оказание ему эффективной помощи. Необходимым средством для этого является возможность диалога на естественном языке программы со специалистом.

Взаимодействие с экспертной системой диагностики происходит при помощи подсистемы взаимодействия с пользователем и объектом диагностики. Общение с пользователем осуществляется или на проблемно-ориентированном языке непроцедурного типа, или способом указания правильных ответов на вопросы, предложенные системой из всего списка возможных. В последнем варианте инициатором диалога чаще выступает экспертная система диагностики.

Описание задачи (проблема) поступает в подсистему поиска решений, которая, используя информацию из БЗ, генерирует рекомендации по решению проблемы. При помощи подсистемы объяснения решения отображаются промежуточные и окончательные решения заданной проблемы, пояснение пользователю действий системы.

Класс экспертных систем сегодня объединяет несколько тысяч различных программных комплексов, классификация которых возможна по различным критериям: решаемая задача, связь с реальным временем, тип ЭВМ, степень интеграции [3].

Разрабатываемая система диагностирования должна обладать следующими свойствами:

• компетентностью;

• способностью использовать не только общие, но и частные схемы рассуждения (машинного поиска решений – диагнозов);

• способностью решать трудные задачи из сложных реальных, предметных областей.

Использование экспертной системы диагностирования АСУ на объектах транспорта нефти на этапе «советчика» позволит:

• сократить время локализации отказавшего оборудования;

• сократить время восстановления отказавшего оборудования;

• уменьшить число ошибочных остановок нефтепровода операторами;

• исключить случаи, когда причина остановки не выяснена.

Применение нейронных сетей и нечеткой логики для диагностики заболеваний в кардиологии

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. В кардиологии при первичном сборе анамнеза практически всегда применяется электрокардиография. Различные патологии и заболевания имеют различную природу, но у них могут быть очень похожие симптомы. Комплексный анализ симптомов у пациента и электрокардиограмм (ЭКГ) позволяет с большей точностью поставить верный диагноз.

Сбор анамнеза затрудняется субъективностью восприятия симптомов. Пациент не может точно определить симптомы, а врач может неверно воспринять информацию, неточно ее интерпретировать или не заметить симптомов при осмотре. Такие симптомы можно описать различными лингвистическими переменными, например сильная боль, слабая боль. Для анализа таких данных успешно применяется нечеткая логика. Для анализа ЭКГ нечеткая логика в чистом виде не эффективна. Сигналы ЭКГ необходимо предварительно обработать. Для этого можно применять различные методы, например преобразование Фурье, вейвлет-преобразования и др.

Нейронные сети отлично зарекомендовали себя в области машинного обучения и распознавания образов. ЭКГ является записанным сигналом электрической активности сердца. При различных патологиях сердца электрические и временные параметры сигнала изменяются. Для определения патологий в ЭКГ можно применять нейронные сети, натренированные на распознавание образов различных патологий (аритмия, инфаркт миокарда и др.). Данный метод также может применяться

для распознавания патологий на изображениях при использовании других методов измерения работы сердечно-сосудистой системы (рентгеновские снимки, КТ, эхокардиограммы, ангиограммы и др.).

Большей точности диагностирования можно добиться, применяя оба метода совместно. На вход аппарата нечеткого логического вывода можно подавать нечеткие переменные в виде симптомов у пациента, а также значения выхода нейронной сети, которая распознает образы на ЭКГ или других сигналах (КТ, эхокардиограммы, ангиограммы и др.). В этом случае нейронную сеть намного легче натренировать распознавать патологии на сигналах, чем ставить диагноз, так как для многих комбинация сигналов и симптомов у пациента может не быть для обучения сети.

Подводя итог, можно сказать, что совместное использование нейронных сетей и нечеткой логики позволяет создать более точную экспертную систему с меньшими усилиями, по сравнению с применением только одного из этих методов.

Создание сервиса автоматического выделения информации для поисковой оптимизации веб-ресурсов

Венгер О.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
ole4ka.venger@gmail.com

В современном мире почти у каждой компании есть свой веб-сайт, целью создания которого является представление этой компании в сети Интернет. Чтобы потенциальные покупатели по определённому поисковому запросу могли найти веб-сайт конкретной компании среди тысячи других веб-сайтов, необходимо заниматься поисковым продвижением веб-сайта.

Поисковые системы упорядочивают всю информацию, находящуюся в сети Интернет, ранжируют по релевантности и выдают её по запросам пользователям. Поисковое продвижение или поисковая оптимизация (Search Engine Optimization, SEO) – это комплекс мер по улучшению позиций веб-сайта в поисковой выдаче по заранее определённым запросам [1]. Поскольку поисковые системы – это лишь сложные программы, которые работают по определённым алгоритмам, то у них есть список критериев, по которым они “оценивают” релевантность информации для пользователя. Как правило, определённый список критериев поисковые системы предоставляют сами в документации, другие же критерии выводятся специалистами в области поискового продвижения эмпирическим путём [2].

В целом, поисковая оптимизация веб-сайта состоит из трёх видов работ: составление семантического ядра, копирайтинг и оптимизация кода веб-страниц. Успешного результата в оптимизации веб-сайта можно добиться благодаря выполнению всего комплекса работ. Как правило, каждым видом работы занимается специалист в данной области. Но, так как не каждая компания может позволить себе нанять специалистов для работы со своим веб-сайтом, возникает проблема недоступности поисковой оптимизации для небольших компаний.

Существует ряд инструментов, упрощающих проведение работ по поисковой оптимизации, к ним относятся: Google Search Console [3], Яндекс.Вебмастер[4], предназначенные для проверки веб-сайта с точки зрения технической оптимизации, Google Analytics [5], Яндекс.Метрика [6] – для анализа посещаемости, Яндекс.Wordstat [7] – для подбора ключевых слов и анализа их использования в поисковых системах. При их совместном использовании возможно решение отдельных задач SEO-специалистами, но возможность их применения менее подготовленными пользователями проблематична.

С целью решения этой проблемы был разработан сервис для автоматизированного выделения информации для поисковой оптимизации веб-сайта. Сервис полезен как специалисту в данной области, так и менее подготовленным пользователям. Основная функция сервиса – составление семантического ядра сайта на основе статистики поисковой системы Яндекс. В процессе разработки сервиса была использована библиотека выделения ключевых слов «Pullenti» [8], а также Яндекс.Директ API [9] для получения статистики по запросам пользователей. Сервис выделяет из текста ключевые слова и на основе полученной статистики выдает пользователю подсказки по ним. Пользователь может выбрать из предложенного списка наиболее подходящие, по его мнению, ключевые слова и добавить их в текст. Сервис анализирует, насколько был оптимизирован текст, и выдает подсказки, что ещё необходимо исправить.

Таким образом, проведение работ по поисковой оптимизации может обеспечить попадание в первые позиции поисковой выдачи и, как следствие, обеспечить расширение целевой аудитории, а разработанный сервис позволит как новичкам, не имеющим опыта в SEO-продвижении веб-сайтов, так и опытным специалистам автоматизировать часть проделываемой ими работы по поисковому продвижению.

Список литературы
1. Неелова Н. Энциклопедия поискового продвижения Ingate. Издание 2-е. ИП Андросов, 2017. 541 с.
2. Ашманов И., Иванов А. Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах. 3-е изд. СПб.: Питер, 2011. 464 с.
3. Google Search Console [Электронный ресурс]: Обеспечьте вашему сайту более высокие позиции в Google Поиске. – Режим доступа: https://search.google.com/search-console/about?hl=ru, свободный – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 12.02.2019)
4. Яндекс Вебмастер [Электронный ресурс]: Добро пожаловать в Вебмастер. – Режим доступа: https://webmaster.yandex.ru/, свободный – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 12.02.2019)
5. Google Аналитика [Электронный ресурс]: Выполните 3 этапа, чтобы начать анализировать трафик своего сайта. – Режим доступа: https://analytics.google.com/analytics/web/provision/, свободный – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 12.02.2019)
6. Яндекс Метрика [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://metrika.yandex.ru/list?, свободный. – (Дата обращения 12.02.2019)
7. Яндекс подбор слов [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://wordstat.yandex.ru/, свободный – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 12.02.2019)
8. PullEnti – SDK извлечение именованных сущностей из неструктурированных текстов (Puller of Entities) [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.pullenti.ru/, свободный. – (Дата обращения 12.02.2019)
9. API Директа – Технологии Яндекса [Электронный ресурс]: API Директа. – Режим доступа: https://tech.yandex.ru/direct/, свободный – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 12.02.2019)

Система проведения опросов как способ усовершенствования статистических исследований

Вертопрахова С.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
Svetik_125521@mail.ru

Для выявления качественных и количественных оценок социального явления, процессов или предметов используются статистические исследования. Выделяют несколько видов статистических исследований, наиболее популярными из которых являются опросы или анкетирование.

Век современных технологий принес изменения в основные этапы статистических исследований – сбор, хранение и анализ результатов, автоматизировав все этапы, заменив ручной труд по подсчету и внесению сотен тысяч бланков на электронный, где опросы и анкеты можно создавать в электронном виде, а полученные ответы хранятся на централизованном сервере для последующего анализа.

Чтобы у составителей опросов не было необходимости приобретать специальные навыки и знания о том, как создать правильный опрос, где это сделать и будет ли проанализирована собранная информация, были созданы специальные веб-сервисы – конструкторы опросов. Среди наиболее популярных систем выделяют: SurveyMonkey [1], Google Forms [2], Survio [3], Simpoll [4], Anketolog [5].

Большинство конструкторов по созданию и проведению опросов обладают рядом общих функций: возможностью создания опроса, получения ответов, поддержкой ветвления и пропуска шагов опроса, сбором ответов по прямой и дополнительным ссылкам, возможностью настройки дизайна опроса: цвета и шрифта текста, добавления логотипа, изменения фона и настройки шапки опроса.

Однако в большинстве систем отсутствуют уведомления, оптимизация под мобильные устройства, оффлайн-режим, отсутствует полноценный бесплатный доступ к ряду систем, ограничены возможности опроса по e-mail: получение ограниченного количества ответов как в месяц, так и в день. Наиболее существенным недостатком большинства систем является отсутствие встроенных инструментов анализа собранных результатов.

Вследствие выявленных недостатков актуальным является создание новой системы, предоставляющей полный доступ ко всем основным функциям, позволяющей собирать все результаты опросов, обладающей поддержкой множества платформ и имеющей встроенные инструменты анализа результатов и создания настраиваемых отчетов.

Новая система проведения опросов состоит из ряда основных блоков: личный кабинет, в котором хранятся все созданные пользователем опросы или вопросы, создание нового опроса, который позволяет создать опрос двумя вариантами: с помощью интерактивной встроенной системы создания

опросов или с помощью функций экспорт и импорт опросов в собственном формате для редактирования и резервного хранения на локальном компьютере, созданные и проведенные опросы, в котором можно просмотреть результаты и проанализировать полученные ответы одним из методов анализа.

В системе проведения опросов ключевой составляющей являются вопросы и ответы к ним, которые должны быть точными с прямой формулировкой. Вопросы разделяются по степени открытости на открытые, закрытые и полузакрытые; по количеству возможных выбранных ответов: одиночный ответ, множественный ответ, шкальный вопрос; по форме ответов, при которой сами ответы могут быть представлены обычным перечислением, текстовым полем, таблицей и другими видами представлений.

Система проведения опросов представляет собой веб-приложение на языке Java с использованием фреймворка Vaadin, хранилищем данных выступает база данных PostgreSQL. Собственный формат для создания опросов реализован средствами языка разметки XML, в нем описана полная структура опроса. В системе реализован экспорт и импорт опросов в собственном формате, что дает возможность пользователю локально вносить необходимые изменения и загружать их в систему.

В результате проведения опроса собираются данные, которые в дальнейшем могут быть проанализированы с помощью встроенной системы анализа ответов. В системе поддерживаются следующие методы: сводка и группировка материалов статистического наблюдения, определение абсолютных и относительных статистических величин, вариационные ряды, выборки, корреляционный и регрессионный анализ и др. В результате проведенного анализа данные группируются в таблицы, графики и схемы с возможностью последующей выгрузки в отдельные файлы PDF.

Создаваемая система предоставит пользователям все основные возможности для создания опросов, а встроенные инструменты анализа ответов в зависимости от типа той или иной поступающей информации позволят сократить время получения конечных результатов.

Список литературы

1. SurveyMonkey [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.surveymonkey.com, свободный – Заглавие с экрана

2. Google Forms [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.google.com/intl/ru_ua/forms/about/, свободный – Заглавие с экрана

3. Survio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.survio.com/ru/, свободный – Заглавие с экрана

4. Simpoll [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://simpoll.ru, свободный – Заглавие с экрана

5. Anketolog [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://anketolog.ru, свободный – Заглавие с экрана

Технология разработки программного компонента для реализации в системе Autodesk 3ds Max новых материалов с физическими свойствами

Вожегов Е.М., Страшнов Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Михайлюк М.В.
ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва
vozhegovem@icloud.com

Быстрое развитие цифровых технологий способствует все большему распространению компьютерного моделирования во многих областях науки и техники. Особое место оно занимает в сфере систем виртуального окружения и имитационно-тренажерных комплексов, в которых реальные объекты заменяются их моделями. Например, в тренажерах для подготовки космонавтов используются трехмерные виртуальные модели Международной космической станции, пилотируемых космических кораблей, Земли и т.д. Эффективность обучения с помощью тренажерных комплексов во многом зависит от визуального сходства моделей с их прототипами. Последнее определяется, в том числе, материалами, которые применяются в системах моделирования при создании виртуальных объектов. Весьма актуальным направлением является использование так называемых PBR-материалов, позволяющих задавать физические свойства поверхностей объектов посредством набора текстур и параметров. Однако не все системы моделирования обеспечивают возможность создания таких материалов или имеют достаточный их список.

В данной работе рассмотрена задача добавления новых PBR-материалов в распространенную систему виртуального моделирования Autodesk 3ds Max. Предлагаемая технология использует возможности программирования на встроенном в систему моделирования скриптовом языке.

Структура данных для внедряемого материала реализуется на основе базового класса Material и существующего модуля StandardMaterial в нем, обладающего рядом свойств. Для записи какого-либо параметра нового материала создается переменная, тип данных которой соответствует значению этого параметра (целое, вещественное, логическое или текстура). С помощью обработчика событий Set выполняется связь переменной с некоторым свойством P модуля StandardMaterial, полученным при помощи конструкции: delegate.P.

Визуальный пользовательский интерфейс реализуется на основе “свитков” с набором необходимых для материала параметров, задаваемых и регулируемых с помощью специальных элементов управления – виджетов. В процессе инициализации каждого такого элемента, добавленного в интерфейс, его размер и положение внутри поля свитка устанавливаются значениями по умолчанию. Настройка виджета производится путем передачи ему необходимых значений размера и положения (по горизонтали и вертикали), которые вычисляются на основе размеров родительского окна, получаемых посредством скриптового API.

На базе предложенных решений был разработан программный модуль (плагин), интегрируемый в систему 3ds Max. Он обеспечивает возможность реализации новых материалов с набором параметров и текстур, задающих такие физические свойства поверхностей виртуальных объектов, как металличность, шероховатость, показатель преломления и т.п.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-07-00950.

Обзор метода машинного перевода без учителя

Волобуев Д.Г.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
volobuevdmitry@icloud.com

С началом использования нейронных сетей в задачах обработки естественных языков удалось существенно улучшить качество обработки текстов, в частности это касается систем машинного перевода.

Одна из задач в области машинного перевода – создать модель, основываясь исключительно на одноязычных корпусах текстов без данных о самом переводе. Решение подобной задачи поможет улучшить перевод и лучше понять, как соотносятся между собой языки. Существует решение такой проблемы, основывающееся на векторизации слов, по типу Word2Vec, и использовании GAN сетей.

Word2Vec – система представления слов в качестве вектора. Базируется она на нейронной сети-автокодировщике, задачей которой является предсказание контекста использования слова, то есть для данного слова нужно предсказать слова, которые нам более вероятно появились бы вместе с этим словом или наоборот.

Полученные векторы имеют множество интересных свойств, но есть два самых важных:

1. Слова, близкие по значению, также относительно близки между собой в векторном представлении.
2. Полученные векторные пространства у разных языков сохраняют свою «структуру» (иначе говоря, похожи между собой).

GAN (Generative adversarial network) – алгоритм машинного обучения, базирующийся на обучении двух нейронных сетей: генеративной и дискриминативной. Задача генеративной сети – сгенерировать образы, неотличимые от "реальных" из выборки, а задача дискриминативной сети – отличить эти образы от выборки, то есть "дискриминатор" минимизирует свою ошибку, пока "генератор" её максимизирует.

Для решения задачи "без учителя" в машинном переводе можно воспользоваться вторым свойством Word2Vec. Для этого нам надо найти матрицу перехода M из векторного пространства одного языка A в векторное пространство другого языка B. Для этого мы пользуемся алгоритмом GAN, где генеративной сетью является матрица M, а задача дискриминативной сети – отличить векторы, полученные в результате умножения векторов из A на матрицу M, и "настоящие" векторы из пространства B.

Таким образом, существует возможность создать модель перевода, основываясь только на одноязычных корпусах текстов. Подобная модель обгоняет по производительности даже существующие модели, обученные на основе параллельных корпусов при тестировании на близкородственных языках. Это ещё раз доказывает, что слова вне зависимости от языка имеют схожие частоту употребления и контекст использования.

Список литературы
1. Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, Jeffrey Dean. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. arXiv:1301.3781. 2013.
2. Ian Goodfellow. Nips 2016 tutorial: Generative adversarial networks. arXiv:1701.00160, 2016.
3. Alexis Conneau, Guillaume Lample, Marc'Aurelio Ranzato, Ludovic Denoyer, Hervé Jégou. Word Translation Without Parallel Data. arXiv:1710.04087, 2017.
4. Guillaume Lample, Alexis Conneau, Ludovic Denoyer, Marc'Aurelio Ranzato. Unsupervised Machine Translation Using Monolingual Corpora Only. arXiv:1711.00043, 2017.

Автоматизация процесса учёта показаний водосчётчиков с помощью программно-аппаратного комплекса на основе одноплатного компьютера Raspberry Pi

Воловичева Н.П.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
2432111@mail.ru

В настоящее время большая часть окружающих нас процессов подверглась автоматизации – применению совокупности методов и средств для упрощения работы той или иной системы с частичным или полным исключением влияния на ее работу человека, что, в свою очередь, обеспечивает мобильность и быстроту выполнения операций, а значит, и увеличение производительности системы.

Всё чаще автоматизации подвергаются бытовые процессы – создается так называемый «умный дом», в котором участие человека сведено к минимуму или отсутствует вообще, а все его функции выполняет корректно спроектированная система. В данной работе рассматривается процесс учёта и агрегирования показаний домовых счётчиков воды.

Для разработки данного программно-аппаратного комплекса понадобится одноплатный компьютер Raspberry Pi (модель 3B+) со встроенным Ethernet и Wi-Fi-модулем, а также шиной GPIO. При помощи GPIO осуществляется подключение к сети Интернет и последующая передача данных.

Для организации взаимодействия с водосчётчиками используется шина GPIO. Каждый водосчётчик оснащён двумя контактами – для горячей и холодной воды соответственно. При прохождении определенного количества жидкости (к примеру, литра воды) по трубе на контакт счётчика поступает импульс, возникающий при воздействии магнитного поля на герметизированный контакт, который либо замыкается, либо размыкается. Таким образом, при совершении магнитной стрелкой полного оборота герметизированный контакт подает сигнал, именуемый импульсом.

В основе функционирования системы лежит следующий принцип: при проходе определенного количества воды через водосчётчик на его контакты подается импульс, вследствие чего происходит замыкание или размыкание геркона. Шина GPIO получает одно из этих состояний – true (замкнут) или false (разомкнут). Далее полученное значение сохраняется на микрокомпьютере в виде необработанного числа с меткой времени в соответствующем файле, который передается через Wi-Fi или Ethernet на облачный сервер, в качестве которого может выступать как домашний сервер, так и заблаговременно подготовленная хостинг-площадка. На этом сервере из полученного файла с помощью синтаксического анализатора генерируется массив из меток времени.

Данные сохраняются в генерируемом файле формата SQL в удобном для обработки виде и последующего составления запросов к СУБД. Предварительно подготовленная база предоставляет широкие возможности для анализа и ведения статистики потребления воды в отдельно взятом жилом помещении. На основе этих данных генерируются различные графики потребления воды по дням, неделям и месяцам. Также можно упростить приём показаний водосчётчиков, отправляя в определенный промежуток времени с помощью PHP-скрипта информацию на электронную почту в ЕИРЦ или управляющую компанию либо через специализированный программный интерфейс электронного портала Госуслуг.

Результатом данной работы является программно-аппаратный комплекс автоматизации учёта и агрегирования показаний домовых водосчётчиков, в основе работы которого лежит одноплатный компьютер Raspberry Pi. Данная система упрощает схему получения и передачи информации путем автоматического считывания показаний и их дальнейшего хранения в СУБД, а в заданный промежуток времени или конкретный день – их отправления на сайт/почту управляющей компании. Пользователю такой системы предоставляется детальная статистика по потреблению воды в жилом помещении, на основе которой он может составлять план её экономии, а также отдельно посчитать расходы, выраженные в денежном эквиваленте, за определённый промежуток времени.

Комплекс программ для прогнозирования биржевых индексов

Вороненкова К.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва
kvoronenkova@gmail.com

В настоящее время основным показателем положения стран в мировой экономике является биржевой индекс. С его помощью мы можем судить о ситуации на фондовом рынке – оценка движения стоимости акций.

По определению стоимости индексы разделяются:

• Арифметические индексы (вычисляется среднее арифметическое стоимости всех акций, входящих в этот индекс).

• Геометрические индексы (вычисляется корень n-й степени из суммы стоимости акций).

Арифметические индексы предпочтительнее, так они как более зависимы от изменения цены. Сравнивая полученные результаты и динамику биржевых цен, мы можем прогнозировать рост или падение акций той или иной компании.

Метод экспоненциального сглаживания считается наиболее эффективным для прогнозирования. Он позволяет учитывать исходную информацию о весах. В том случае, если параметры процесса подвержены каким-либо изменениям, используется метод экспоненциального сглаживания с трэкинг-сигналом. Он помогает выявить, в какие именно моменты происходят эти изменения, и модифицировать их. Эти методы чаще всего применяются для среднесрочных прогнозов. Главными параметрами здесь являются константа сглаживания и начальные условия.

Метод Бокса-Дженкинса основывается на модели ARIMA. Он разделяется на три этапа:

1. Получение стационарного ряда.
2. Идентификация параметров модели ARIMA и проверка её на адекватность.
3. Построение прогноза на один или более шагов.

На основе вышеописанных методов прогнозирования была составлена программа для расчёта и вывода данных и проведено сравнение точности результатов использованных методов.

Модель развития состояния, угрожающего жизни, на основе скрытых цепей Маркова

Галиуллина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Насыров Р.В.
УГАТУ, Уфа
aliya.galiullina001011@gmail.com

Моделирование состояния человека в условиях, угрожающих жизни, – информативное и графическое приложение для будущих и состоявшихся врачей, необходимое дополнение при обучении или при повышении квалификации как начинающих, так и врачей со стажем. Преимущество такой системы в графическом представлении информации о состояние пациента.

Различают пять классов физического состояния пациента [1]:

1 класс – нормальный здоровый субъект.

2 класс – пациент с легкими системными расстройствами.

3 класс – пациент со значительными системными расстройствами, ограничивающими активность, но не приводящими к инвалидности.

4 класс – пациент с выраженным инвалидизирующим заболеванием, которое представляет угрозу жизни.

5 класс – умирающий больной, который может погибнуть в течение ближайших суток даже без хирургического вмешательства.

Так как в настоящее время отсутствуют точные знания об условиях процесса перехода пациента из одного состояния в другое, то такой процесс можно рассматривать как ненаблюдаемый. По этой причине был выбран математический аппарат, который на основе вероятности описывает скрытые процессы и использует неопределенность перехода между состояниями, – скрытые цепи Маркова.

Скрытые цепи Маркова – ненаблюдаемый процесс, судить о состоянии которого мы можем с помощью другого случайного процесса, который дает нам последовательность наблюдений. Для данной модели используется тип скрытой цепи Маркова, состоящей из пары параллельных перекрестно связанных лево-правых моделей, так как в частной цепи каждое состояние модели может быть получено за один шаг из любого другого состояния, что в данном случае является некорректно выбранным типом модели.

Для разработки данного прикладного программного обеспечения был выбран высокоуровневый язык программирования Python в графическом фреймворке Qt PyQt, выполненный в виде расширения для Python.

Данное приложение позволяет отработать навыки по принятию решений в сложных ситуациях и планирования соответствующих реанимационных действий.

Литература

Гельфанд Б.Р., Кириенко П.А., Гриненко Т.Ф., Гурьянов В.А., Нистратов С.Л., Мамонтова О.А., Белоцерковский Б.З., Гельфанд Е.Б., Мартынов А.Н., Проценко Д.Н., Романовский Ю.Я., Ярошецкий А.И., Игнатенко О.В., Яковлева И.И. Анестезиология и интенсивная терапия: Практическое руководство. 2006г. М.: Литтерра, с.234.

Расчет нестационарных одномерных течений мелкой воды

Герман В.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Бураго Н.Г.
МФТИ, Москва
german.vladislav@mail.ru

Моделирование гидродинамики жидкостей является фундаментальным во многих инженерных приложениях. Для корректного построения математических моделей и численных методов расчета течений в реках необходимо иметь представление об описании основных процессов, происходящих в водоеме. Для этого строятся более простые модели для течения в каналах, учитывающие, однако, основные характеристики течения в природной среде.

Уравнения мелкой воды (уравнения Сен-Венана) представляют собой систему нелинейных гиперболических дифференциальных уравнений в частных производных, которые аппроксимируют полную систему уравнений Эйлера, описывающую течения несжимаемой жидкости со свободной поверхностью в поле силы тяжести. Предполагается, что глубина жидкости много меньше её горизонтального размера, поэтому поперечной компонентой скорости можно пренебречь по сравнению с продольной, которую можно считать постоянной вдоль толщины слоя. Одномерным можно считать течение жидкости в канале с плавно изменяющимся поперечным сечением и малой кривизной оси. При этом принимается, что все параметры течения постоянны в поперечном сечении потока. Полученные в рамках такой простейшей модели решения, естественно, носят приближенный характер, но во многих случаях хорошо совпадают с экспериментальными данными.

Стоит отметить, что при моделировании гидродинамических задач в приближении мелкой воды возникают трудности, связанные с нелинейностью уравнений, с разрывным профилем поверхности и с наличием движущейся границы, разделяющей область, занятую жидкостью, и область сухого дна (область с малой глубиной жидкости). В связи с этим разработка новых и модификация имеющихся алгоритмов, позволяющих моделировать течения в приближении мелкой воды, является актуальной задачей.

Численные решения получены с помощью схемы Лакса на равномерной регулярной сетке. Шаг по времени определялся условием устойчивости Куранта–Фридрихса–Леви. Монотонность решения контролировалась по знаку второй производной от искомых функций на ребре расчетной сетки. Для устранения нарушений законов сохранения из-за принятого способа монотонизации и из-за использования недивергентной формы балансных соотношений проводилась дополнительная коррекция решения на каждом шаге по времени.

В задаче об обрушении водяной колонны бассейн разделен на две части с постоянным уровнем дна в каждой из частей. Первая часть заполнена водой некоторой глубины. Вторая часть – почти пустая, заполнена слоем малой глубины. Между частями имеется перегородка. На левом и правом краях области решения имеются высокие стенки, на которых действует условие непротекания. Начальная скорость жидкости равна нулю. Система находится в равновесии, пока перегородка на месте. В начальный момент времени перегородка убирается, и вода стекает из первой части бассейна во вторую под действием силы тяжести (водяная колонна обрушается). Приведены результаты расчета этой задачи, дано сравнение результатов с решениями других авторов.

Задача о заполнении водоема отличается от задачи с переменным профилем дна. Представлены результаты расчета этой задачи.

В задаче об обтекании погруженных тел рассматривается движение погруженных тел при упрощающем предположении о существовании плоскости тока, делящей поток на верхнюю и нижнюю части, обтекающие соответственно верхнюю и нижнюю поверхности погруженного тела. Предполагается также, что разделяющая поверхность тока является горизонтальной плоскостью

симметрии обтекаемого погруженного тела. Приведены результаты расчета задачи об обтекании погруженных тел различной формы при докритическом и сверхкритическом типах течения. Результаты сравниваются с решением другого автора, а также с экспериментом.

Показано, что простая схема Лакса, модифицированная процедурами контроля и коррекции возможных нарушений свойств монотонности и консервативности численных решений, позволяет получать решения нестационарных уравнений мелкой воды, которые хорошо согласуются с известными аналитическими и численными решениями других авторов.

Разработка универсальной модели для расчета регулирующей заслонки трубопровода самолета

Глазков Г.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Дзержинский
breadthirst86@gmail.com

Заслонка трубопровода самолета является частью системы кондиционирования воздуха самолета. Данная система работает на воздухе, отбираемом от компрессоров работающих авиадвигателей, температура которого может достигать 500 градусов по Цельсию и давления до 1,6 МПа, поэтому перед подачей этого воздуха в кабину он разделяется на 2 потока, один из которых проходит систему интенсивного охлаждения, поступая затем в смеситель, в котором смешивается со вторым потоком, который поступает в смеситель напрямую. Таким образом, в смесителе потоки дозировано смешиваются и в гермокабину поступает воздух оптимальной для дыхания человека температуры. При полете на высоте более 3 километров человек может испытывать кислородное голодание, на больших же высотах человек в условиях резкого снижения температуры воздуха и давления внутри самолета оказывается в неблагоприятных для жизни условиях, в связи с чем наличие на борту данной системы является жизненной необходимостью.

Заслонка трубопровода регулируется автоматически с помощью датчиков температуры в трубопроводе и кабине и электронного блока автоматического управления заслонкой.

В данной работе с помощью комплексной системы автоматизированного проектирования NX была разработана модель заслонки трубопровода самолета в натуральную величину.

Исследование спецификации, устройства, технического описания, конструкции и технологии изготовления изделия «заслонка трубопровода самолета» позволило изучить основные характеристики моделируемого объекта, выделить компоненты, которые войдут впоследствии в информационную структурно-параметрическую модель.

На основе проведенного изучения изделия «заслонка трубопровода» была создана комплексная параметризированная модель производственной спецификации, включающая в себя расчет ресурсных, геометрических и технических параметров изученного объекта. В полученной модели есть возможность изменять входные параметры с целью получения оптимальной для поставленной задачи конфигурации изделия.

Разграничение доступа в информационно-аналитической системе спортивной организации

Голдобина С.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
midday2013@gmail.com

Информация окружает человека повсюду, и как только она приобретает массовое назначение и начинают появляться разные группы пользователей, возникает необходимость определять совокупность востребованной и допустимой информации для каждой из них.

Потребность управления доступом к информационным ресурсам возникла с появлением первых информационных систем массового назначения. Стали выявляться и анализироваться риски, связанные с распространением информационных ресурсов среди нежелательных лиц. В связи с этим стали появляться IDM (Identity Management) решения, предназначенные для централизованного управления учетными записями и правами на доступ к информационным ресурсам, которые позволяют автоматизировать процессы управления доступом и обеспечивают высокий уровень информационной безопасности.

На рынке существует множество IDM-систем: IBM Security Identity Manager, Oracle Identity Manager, Solar inRights, КУБ и др. Однако на сегодняшний день нет универсального решения, подходящего любой компании, и существует трудность выбора подходящей IDM-системы из-за сложности области и закрытости документации.

Ансамбль ледового танца «КАСКАД» является одной из организаций массового спорта, и для решения как её общих, так и специализированных задач в 2017 году была создана и внедрена информационная система поддержки тренировочно-соревновательного процесса [2], которая позволила упростить сбор, учет информации о спортсменах, тренерах, судьях, командах, постановках; контроль и анализ результатов спортсменов, подготовку документации.

Система предназначена для внутреннего использования сотрудниками организации и в настоящее время эксплуатируется только тренерским составом. Однако с ростом ансамбля и расширением круга лиц, заинтересованных в процессе контроля качества спортивных показателей коллектива, появилась потребность в массовом доступе к информации и, следовательно, в разграничении прав доступа к ней.

Для решения текущей задачи разграничения доступа к информационному ресурсу существующие IDM-системы не подходят, потому что они затратны при покупке и их дальнейшей поддержке, для них требуется дополнительное дорогостоящее оборудование, а также поддержка блоком ИТ-специалистов, которых нет в данной организации. К тому же большая часть возможностей подобных многофункциональных систем попросту не востребована для решения текущих задач.

В связи с этим реализуется собственный механизм разграничения доступа пользователей в системе и управление их правами, в рамках которого осуществляются расширение имеющейся модели данных и разработка веб-приложения.

В информационной системе реализованы процессы регистрации, идентификации, аутентификации и авторизации пользователя. Процесс регистрации и дальнейшей эксплуатации возможен только в том случае, если электронная почта добавлена в систему. Данная возможность имеется либо при зачислении спортсмена и регистрации его представителей или сотрудника организации, либо после одобрения поданной администратору заявки. Пользователю становится доступен перечень относящихся к нему спортсменов, а в случае с тренером или судьей – весь состав спортсменов.

Разграничение доступа в информационной системе осуществляется посредством ролевой модели. В настоящее время в системе используется модель на основе трех ролей: спортсмены/представители спортсменов, тренеры/судьи, администратор. Для управления доступом реализован собственный механизм с использованием Java фреймворка Spring Security.

Интерфейс приложения реализован средствами фреймворка Vaadin. В зависимости от роли пользователя в системе изменяется доступный набор разделов системы и их информационное наполнение. К общим разделам, доступным всем пользователям, относятся:

- раздел зачетов и соревнований;
- раздел учета посещаемости занятий;
- раздел информации о спортсменах.

Доступные данные в каждом разделе определяются на основе роли пользователя в системе и соответствующих политик доступа. Регулирование политик доступа осуществляется посредством установления связи между пользователем к спортсменом.

Для администратора также доступен раздел управления учетными записями информационной системы, для пользователей с другими ролями – блок связи с администратором для подачи заявки на расширение прав и коммуникации.

Разработанная информационная система интегрируется с системой поддержки тренировочно-соревновательного процесса и веб-сайтом организации. Созданный комплекс систем предоставляет возможность участвовать в тренировочно-соревновательном процессе всем группам заинтересованных лиц: спортсменам, тренерам, родителям – для совместной работы над улучшением профессиональных результатов, не нарушая при этом политику безопасности массовых информационных ресурсов.

Основные данные, используемые в ходе КТПП, и перспектива их переноса на современные системы хранения в распределенных реестрах

Голубев Д.А., Цырков Г.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Цырков А.В.
МАИ, Москва
dima.kasabian@gmail.com

В классическом понимании информационная среда на предприятиях долгое время имела централизованный характер, как, например, множество автоматизированных рабочих мест, управляемых с единого доменного сервера и использующие одну базу данных. Но со временем на смену классической компоновке информационных ресурсов компаний, в том числе и производственных, пришла тенденция на децентрализацию. Сначала были предприняты шаги по разносу сетевой инфраструктуры для резервирования данных, далее осуществлялась децентрализация для ускорения доступа к ресурсам из разных географических точек. Одним из витков децентрализации является повсеместное внедрение технологии блокчейн.

Блокчейн является технологией, позволяющей хранить информацию в децентрализованном реестре данных, состоящих из последовательно созданных блоков, каждый из которых невозможно изменить, не затронув последующие.

Однако всегда сложно было представить, как можно использовать децентрализованные хранилища для работы с основными данными, или, как их ещё называют, Master Data или нормативно-справочной информацией (НСИ). Те данные, которые являются условно-постоянными, а их хранилище является единым источником для большинства систем предприятия, очень требовательны к точности, безопасности и непротиворечивости.

Мы можем решить эти задачи, разрабатывая платформы для управления основными данными на основе технологии блокчейн, которая решает проблемы установления консенсуса для децентрализованного управления данными.

Один из аспектов при управлении основными данными – обеспечение их единообразия для всех потребителей. Так, например, если предприятие А объединяется с предприятием Б, их хранилища основных данных тоже должны быть объединены и подчиняться одним правилам. Важно в ходе сопоставления избегать не только дублирования записей стандартных изделий, материалов и т.д., но также расхождения в значениях и других несоответствий. Итоговой целью сопоставления баз данных является создание некоторого промежуточного звена, которое позволит однозначно сказать, что запись из базы данных предприятия А эквивалентна записи из базы данных предприятия Б. Использование технологии блокчейн позволяет нам, кроме решения этих задач, благодаря использованию технологий консенсуса, ответить на вопрос, всегда ли в указанных базах данных информация была такой, как сейчас, рассмотреть этапы её изменения, распределить ответственность за изменение и подтверждение этой информации.

В связи с вышесказанным, интеграция блокчейн платформ и решений по управлению нормативно-справочной информацией позволит нам решить основные задачи, которые стоят при управлении основными данными: обеспечение их непротиворечивости, отслеживание истории изменений и проверка актуальности этих данных.

Разработка мобильного приложения «Tourist Helper@ на базе ОС Android

Горавский В.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Полицын С.А.
МАИ, Москва
vladgoravsky@gmail.com

В наше время люди из разных стран все чаще путешествуют по миру, знакомясь с культурой других народов. Широкое распространение технологий для обмена информацией, таких, как технология QR-кодов в туристической сфере, способствует тому, что туристы получают быстрый доступ к большим объемам информации, однако чаще всего эта информация представлена на незнакомом языке. В результате для доступа к интересующей его информации путешественник должен использовать целый набор из программ и сервисов, таких, как сканеры QR-кодов, браузеры и переводчики. Решением данной проблемы может быть использование одного приложения для смартфона, которое позволит упростить выполнение всех этих задач.

Анализ рынка мобильных приложений показал, что существует приложение Tourist Helper 1.0 [1], однако это приложение предоставляет решение задачи только в случаях, когда содержимым QR-кода

является текст, кроме того, основным языком работы приложения является английский. Помимо Tourist Helper 1.0, только комбинация использования нескольких приложений может частично помочь в решении данной задачи.

Всё вышесказанное обусловило необходимость разработки мобильного приложения Tourist Helper 2.0 на базе ОС Android, позволяющего:

• сканировать QR-коды и извлекать информацию, содержащуюся в них, определять ее тип;
• получать перевод текстовой информации из источника на русский язык;
• получать упрощенную информацию, содержащуюся в источнике, зашифрованном в QR-коде;
• просматривать историю отсканированных QR-кодов.

При работе с приложением пользователю предоставляется возможность отсканировать новый QR-код либо просмотреть историю ранее отсканированных кодов. При сканировании нового кода пользователь может обработать содержимое в соответствии с типом данных (открыть ссылку в браузере, позвонить по телефонному номеру и т.д.) либо извлечь текстовую информацию из источника: как текст с веб-страницы, ссылка на который заключена в коде, так и текст, непосредственно зашифрованный в QR-коде. При извлечении текста из источника пользователь может его обработать: упростить текстовое содержимое или перевести его на русский язык.

В процессе проектирования приложения было выделено несколько составляющих: сканер QR-кодов, модуль работы с историей сканирований, модуль обработки результатов сканирования, модуль выделения текстового содержимого, модуль перевода текста, модуль анализа и упрощения текста.

В процессе разработки приложения для реализации функциональных требований были созданы алгоритмы: алгоритм извлечения текстового содержимого с веб-страниц, реализованный на основе Jsoup – Java-библиотеки для работы с HTML разметкой веб-документов [2] и алгоритм определения типа информации, зашифрованной в QR-коде. Для обеспечения хранения данных о предыдущих сканированиях на устройстве пользователя была использована встроенная СУБД SQLite.

Для реализации некоторых функций приложения используются следующие разработки:

• Сканирование QR-кодов – библиотека Mobile Vision API от компании Google [3]
• Перевод текста – сервис Yandex.Translate API от компании Yandex [4]
• Анализ и упрощение текста – сервисы на портале "Автоматизированный анализ текста" [5]

Работа над проектом ведется в среде Android Studio – интегрированной среде разработки для производства программного продукта специально для платформы Android на языке Java.

Приложение Tourist Helper позволит путешественникам получать быстрый доступ к информации благодаря сочетанию функций сканера QR-кодов и переводчика текста, а также упрощению текстового содержимого источников, зашифрованных в QR-кода.

Список литературы

1. Создание мобильного приложения “Помощник туриста”: Информатика: проблемы, методология, технологии: И74 сборник материалов XVI международной научно-методической конференции, Воронеж, 11–12 февраля 2016 г. Воронеж: Издательство «Научно-исследовательские публикации», 2016. С. 251-255.

2. Java-библиотека Jsoup [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://jsoup.org/ (Дата обращения 7.10.2018)

3. Mobile Vision API [Электронный ресурс] – Режим доступа https://developers.google.com/vision/ – (Дата обращения 10.11.2018)

4. Онлайн-сервис машинного перевода Yandex.Translate API [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://tech.yandex.ru/translate/ – (Дата обращения 11.01.2019)

5. Официальный сайт портала "Автоматизированный анализ текста" [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://textanalysis.ru/jce/details/our-instr/, свободный – Заглавие с экрана – (Дата обращения 20.01.2019)

Разработка комплекса библиотек отображения динамической изометрии с применением web-технологий

Горчаков А.Я.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
tenebrisultorem@yandex.ru

Современные веб-технологии обладают колоссальными возможностями по сравнению с недалёким прошлым. Множество преимуществ вроде кросс-платформенности, удалённой работы, отсутствия необходимости разворачивать ПО на своей машине и с каждым днем уменьшающееся

количество недостатков делают web-приложения достойной альтернативой «классическому» программному обеспечению. Web-страницы уже давно обладают достаточной интерактивностью, возможностями и даже способностью обрабатывать 2D- и 3D-графику. Однако проработка и генерация трехмерного изображения для Web-приложений все еще являются трудной задачей, из-за недостатка оптимизации и отсутствия должного доступа к аппаратному обеспечению вычислительной машины. Поэтому мы можем обратиться к технологии имитации 3D-изометрической проекции или, как её еще называют, 2.5D- изображению. Такие приложения, как и 2D, используют спрайты и примитивы, расположенные на 2D-плоскости, но представляют их якобы под углом, дополняя их тенями, бликами и прочими атрибутами, создавая тем самым иллюзию трехмерного изображения. Такой способ иногда достаточен для создания красивой и качественной картинки, однако требует гораздо меньше ресурсов для реализации, чем 3D. В данной работе будет представлена разработка программного обеспечения для работы с 2.5D-графикой (изометрическими проекциями) в среде Web, с использованием технологий HTML, Javascript, Canvas, CSS, а также библиотек для использования результатов работы в этом ПО в других созданных приложениях. В данном ПО будет проработано создание и изменение ландшафта, а также правильное расположение моделей с его учетом, отображение теней, лучей и прочих атрибутов, необходимых для корректного создания иллюзии трехмерного изображения. Также будет создано приложение, демонстрирующее работу с изометрическим изображением и максимально активно использующее возможности разработанного инструмента.

Современные веб-приложения открывают пользователю широкие возможности, выполняя все более обширный круг задач. Когда-то простые гипертекстовые страницы, теперь это полноценные приложения с мощным функционалом. Для создания приложений, отвечающих запросам пользователя, нужны инструменты, в том числе и библиотеки для работы с графикой. А поскольку отображение 3D в Web все еще является очень громоздким, 2.5D будет актуальным решением для разнообразных программ.

Решение задачи приведения и связывания триадных матриц отношений

Гребнева К.А., Евсеева М.В., Фадеев М.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
fadeev.mix1997@gmail.com

В рамках исследований по распознаванию речи широко используется структуризация волн с использованием матрицы отношений.

Матрица отношений – это матрица, в которой отражается информационное содержание волны или качественная картина поведения волны без привязки к значениям амплитуд. Механизм получения матрицы основан на установлении отношений между характерными точками через формирование минимальной основы, называемой примитивом. Примитив – это отношение между тремя соседними точками.

Наиболее удобно фиксировать минимальные участки волны так называемыми триадами – четырехточечными моделями. Такой фрагмент волны включает две максимальные характерные точки и две минимальные характерные точки участка с длиной 3/2L, по которому видна тенденция развития волны. Развитие тенденции ограничено и образует полную систему, в которой такие триады можно промаркировать. Используя триады, их можно поэтапно связывать, образуя матрицу отношений большей размерности. Триады можно промаркировать, например латинскими буквами от A до K, но при этом возникают главные вопросы в этом случае являются, какое максимальное количество матриц отношений будет образовываться в процессе связывания примитивов и как их упорядочить? Самый простой способ – проставить возможные значения отношений между выбранным количеством точек и проверить матрицу отношений на непротиворечивость.

Таким образом, задачи состоят:

1) в создании алгоритма связывания триад между собой в разных комбинациях с перебором недостающих компонент отношений между характерными точками;

2) в создании алгоритма, осуществляющего приведение общей матрицы отношений;

3) в создании алгоритма упорядочения получаемых матриц на основе качественной меры.

Приведение – это процедура дополнения (автоматическое установление) значений отношений с учетом других уже имеющихся отношений в связанной матрице из двух и более триад с учетом без альтернативности таких значений.

Кроме этого, процедуру приведения с небольшим дополнением можно использовать для просеивания (отказа от матриц) матриц отношений, получающихся в результате переборной подстановки значений в случае безальтернативности значения в рассматриваемом элементе матрицы и вступающего в противоречия с подставляемым значением отношения. Такую процедуру назовем процедурой установления непротиворечивости.

Если не пользоваться процедурой установления непротиворечивости, то при связывании двух триад при переборе возможных вариантов значений в пустующих элементах матриц получаем 6561 таких матриц. А реально возможное количество вариантов составляет 169.

Таким образом, процедуру приведения можно использовать для установления отношений без обращения к значениям амплитуд при построении матрицы отношений по значениям амплитуд, а процедуру установления непротиворечивости – для проверки таких матриц на валидность и в задачах перебора значений отношений для отсеивания противоречивых матриц отношений.

Вопросы упорядочения матриц решаются через использование качественной меры и должны вылиться в процедуру получения качественной оценки сложности с использованием такой меры. По значению таких оценок возможно произвести упорядочение таких матриц и установить значение различия между любыми матрицами отношений одинаковой размерности.

Поставленные выше задачи были решены, и на основе разработанных алгоритмов были реализованы процедуры на языке C#. В настоящее время процедуры встраиваются в инструментальную систему, разработанную на кафедре [2].

Список литературы

1. .Балакирев Н.Е. Количественная и качественная оценка исследуемых объектов на примере простейших отношений // Вестник ВГУ, серия: 2. Системный анализ и информационные технологии, 2016, № 2. 188 с.

2. 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: Изд-во НГТУ, 2018. С. 22-28. С. 65-72

Проектирование автоматизированной системы публикации контента

Григорьев А.В.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
grig_anton96@mail.ru

Рассматривается переход от монолитной архитектуры приложения к микросервисной. Мы пройдем данный путь на примере развивающегося проекта, от его начала до текущего состояния. Также будет рассмотрена новая архитектура – Serverless. Мы рассмотрим ее основные концепции, ее плюсы и минусы, а также оценим ее реализацию в данном проекте.

Изначально проект имел монолитную структуру, и на раннем этапе было довольно легко вносить изменения и отлаживать код. Однако у этой архитектуры имеется ряд недостатков: проблема с масштабируемостью приложения, отказоустойчивостью. Таким образом, мы постепенно уходим от монолита в пользу микросервисов.

Во второй итерации было принято решено использовать архитектуру с дочерними, child-процессами. В данном случае у нас имеется один главный (master) процесс и несколько рабочих (worker). При возникновении какой-либо критической ошибки в worker-процессе master-процесс просто перезапускает его (отказоустойчивость). Также мы можем запустить несколько идентичных worker-процессов (масштабируемость) Эта архитектура является чем-то средним между монолитом и микросервисами. Недостатком является сложность мониторинга данной системы и вероятность падения master-процесса.

В итоге мы переходим к микросервисной архитектуре. У каждой глобальной задачи свой процесс, в котором выполняются некоторые функции. Для мониторинга и отказоустойчивости используется определенная программа, в данном случае – pm2. Так как имеется большее количество процессов, проблемой в данной архитектуре является недостаток ресурсов со стороны сервиса.

При использовании serverless-архитектуры мы «отдаем» код, который в дальнейшем будет вызываться в облаке (в данном случае на AWS) при определенных событиях. Событиями могут быть, например, таймеры или http-запросы. В данном случае мы платим за каждый вызов функции/время ее работы. Из плюсов можно отметить, соответственно, стоимость и масштабируемость, а также то, что

не нужно обслуживать сервер. Недостатки заключаются в том, что мы отдаем свой код внешнему провайдеру (хотя сервер в облаке практически ничем от этого не отличается), а также то, что придется передавать данные между функциями лишний раз.

Таким образом, мы остановились на serverless-архитектуре, и траты на обслуживание и поддержку сервера в данном случае довольно сильно снизились. Однако стоит помнить, что для каждого определенного случая подходит та или иная архитектура.

Проблемы хранения и обработки персональных данных в системах электронного обучения

Грущенко П.С.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
pgruschenko@mail.ru

Система электронного обучения стала неотъемлемой частью любого престижного высшего учебного заведения в Российской Федерации. С помощью такой системы учеба выходит за пределы привычной аудитории – студенты могут обучаться в удобных для них условиях и в любое время, так как весь материал хранится в одном месте. Основным требованием к обучению является наличие доступа к сети Интернет. СЭО позволяет преподавателям в несколько кликов мыши просмотреть успеваемость и посещаемость любого студента, распланировать учебную нагрузку на семестр, добавляя, удаляя или редактируя теоретический материал и тесты. Вся история обучения каждого студента в одном месте – разве это не то, о чем мечтали в университетах 10–15 лет назад? Во вроде бы таком сказочном будущем кроются свои проблемы, одна из них – хранение и обработка персональных данных.

Правительство Российской Федерации не могло обойти стороной эту проблему, поэтому в 2006 году вступил в силу Федеральный закон «О персональных данных», который регулирует основные принципы работы с персональными данными. Один из пунктов статьи 6 гласит: «Обработка персональных данных осуществляется с согласия субъекта персональных данных на обработку его персональных данных». Это значит, что в первую очередь необходимо получить согласие студента на обработку его персональных данных, а только потом уже можно задумываться над безопасными способами хранения и обработки.

Как оказалось, недостаточно просто получить согласие на обработку данных – система электронного обучения обязуется обеспечивать безопасность персональных данных при их хранении и обработке. Зачастую для соответствия требуемому уровню защиты необходимо иметь высококвалифицированный персонал, специальные помещения и особое оборудование. Также в 2015 году в силу вступил закон, который вынуждает все интернет-сервисы иметь возможность обрабатывать персональные данные на территории РФ. Без сомнения, все это ведет к непомерных затратам со стороны компаний, но и в такой сложной ситуации есть способы, помогающие избежать некоторых проблем.

Во-первых, любая система электронного обучения требует тщательного анализа для определения необходимого перечня персональных данных, которые потребуются. Ведь именно от этого перечня и будет зависеть требуемый уровень защиты конфиденциальной информации. Во-вторых, использование условных идентификаторов поможет в большей степени обезличить пользователей системы. В-третьих, использование разных баз данных для персональных данных и информации, связанной с функционированием СЭО, также положительно скажется на понижении класса данных. В-четвертых, всегда есть возможность воспользоваться услугами специализированной организации, занимающейся разработкой и внедрением систем защиты. Существуют и другие способы решения проблем с персональными данными, но их эффективность будет значительно ниже вышеуказанных.

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что тщательный анализ, продумывание архитектуры системы электронного обучения и тесное взаимодействие операторов со специальными организациями, занимающимися защитой конфиденциальной информации, и государственными органами приведет к решению проблем, связанных с хранением и обработкой персональных данных.

Применение автоматизированных тестов и инструментов статического анализа в информационной системе проверки программ в рамках обучения программированию

Данилова И.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицын С.А.
МАИ, Москва
iradann96@gmail.com

В настоящее время существуют различные системы обучения и контроля программ с автоматической проверкой кода. В данных системах (онлайн-платформах) проверка предоставленных пользователем задач основана на определении соответствия результатов работы программы заданному набору данных (автотестам), однако отсутствует проверка «чистоты» кода [1], его структурированности.

На кафедре 319 НИУ МАИ реализована и внедрена информационная система [2], основанная на интеграции системы учета и ведения задач Redmine [3] со статическими анализаторами кода для различных языков программирования. ИС загружает файлы с текстами программ из системы Redmine, проводит их анализ инструментами статического анализа, формирует отчетность и осуществляет последующую её загрузку в систему Redmine.

Помимо развития навыков написания «чистого» кода, соблюдая правила из руководств по стилю (от англ. Style guide), необходимо учиться отлаживать программу, т.к. данные навыки позволят при разработке ПО снижать риски возникновения различного рода ошибок на ранних стадиях работы, таким образом уменьшая финансовые и временные затраты на их устранения.

Использование ИС позволило предоставить студентам развёрнутую обратную связь по результатам проверки текста программ. Однако в настоящее время система не решает проблему полной автоматизации процесса проверки заданий по программированию, так как невозможно принимать решения задач, основываясь только на «чистоте» кода без проверки корректности решения самой задачи.

Внедрение автоматизированного тестирования является необходимым дополнением к функциональности существующей ИС. В информационной системе проверка предоставленных пользователем задач осуществляется в трех режимах: статический анализ кода; тестирование; статический анализ совместно с тестированием.

Для проведения основного тестирования используется база данных, пополняемая определенными наборами входных и выходных данных. Также возможен дополнительный режим тестирования, когда на вход тестируемой программе поступают входные данные, подобранные случайным образом. Генерация входных данных построена на использовании шаблонов, когда за основу берется правильное авторское решение.

С целью предупреждения возможных негативных последствий от запуска недоброкачественного файла, будет проводиться дополнительная проверка сданной программы перед последующей работой с ней, например ограничения используемых команд, сторонних библиотек и т. д, в сочетании с антивирусной проверкой. Также в качестве дополнительного средства защиты заданы ограничения: допустимый объем памяти файла и время его обработки системой (например, не более 1 секунды).

Во время запуска ИС преподаватель может задавать условия проверки задач и перевода их в определенные статусы в системе Redmine в соответствии с результатами этой проверки. Например, если задача успешно прошла все тесты и не имеет стилистических/семантических ошибок, то она может быть автоматически принята. Однако при использовании автоматического режима актуальна проблема несамостоятельного выполнения работ, т.е. возникает необходимость поиска идентичных решений. В ИС предполагается разработка алгоритма сравнения кода с использованием существующих решений (DiffMerge [4] и др.) или их комбинаций.

Для оценки степени усвоения пройденного материала в существующей системе реализованы методы сбора статистки: выявление наибольшего процента ошибок – на каких задачах, на каких тестах; распространенность различного рода ошибок.

Описанные ранее решения реализуются с учетом лучших практик, представленных в существующих системах обучения программированию, и с добавлением новых функций.

Внедрение автоматического тестирования в существующую ИС способствует повышению эффективности обучения программированию. Кроме того, использование системы позволяет сократить объем рутинной работы преподавателей, а использование статистики ошибок – постоянно адаптировать и совершенствовать процесс обучения.

Список литературы

1. Мартин Р. Чистый код: создание, анализ и рефакторинг / Р. Мартин; пер. с англ. Е. Матвеев. СПб.: Питер, 2016. — 464 с.

2. Данилова И.И. Создание информационной системы учёта и проверки исходного кода программ с применением инструментов статического анализа // Информатика: Проблемы, Методология, Технологии. Материалы XVIII Международной научно-методической конференции: в 7 т. Воронежский государственный университет. Воронеж, 2018. С. 30-35.

3. Online Project Management [Электронный ресурс]: официальный сайт для управления проектами и задачами. URL: http://www.hostedredmine.com (дата обращения: 12.01.2019)

4. DiffMerge [Электронный ресурс]: официальный сайт программного обеспечения. URL: https://sourcegear.com/diffmerge (дата обращения: 12.01.2019)

Веб-сервис «Математический помощник»

Дмитриев В.А., Ершов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
vadim-cavs@yandex.ru

На данный момент системы, использующие символьную алгебру, способны выполнять аналитические вычисления любой сложности и без ограничений по минимальным или максимальным значениям, они внедряются в современные вычислительные машины, что открывает большие возможности в различных прикладных исследованиях. Для создания такого программного обеспечения необходимо разработать метод представления данных, способ, позволяющий оперировать ими, библиотеку с процедурами и функциями, скомпилированными заранее, с возможностью ее расширения и удобный интерфейс, при помощи которого пользователь может взаимодействовать с программой.

Цель работы: создать веб-сервис, который работает с библиотекой математических функций – продукт для выполнения преобразований и работы с математическими выражениями в аналитической (символьной форме) и решения сложных задач в области аналитических вычислений, который позволяет взаимодействовать с множеством клиентов (веб-клиент, десктоп-клиент, мобильное приложение).

Для достижения поставленной цели использовалась среда разработки JetBrains Rider и язык программирования C# и технологии .NET Standard. Комбинаторная библиотека реализована как отдельный функциональный компонент, содержащий в себе: скомпилированные математические функции, парсер аналитических выражений, использующий LL-грамматики, а также «движок», который инкапсулирует весь функционал.

Для реализации веб-сервиса исполльзуется архитектура программного обеспечения для распределенных систем REST, а сам RESTful API использует технологии Node.js и фреймфорк Express.

Для взаимодействия с веб-сервисом разработан десктопный клиент с использованием языка программирования C# и технологии WPF. Десктопный клиент также расширяемый, благодаря использованию архитектуры MVVM, которая позволяет делать код более читаемым, гибким и эффективным. На завершающей стадии разработки находится мобильное приложение для iOS.

Более ранние версии разработанной системы описаны в работах [1] и [2]. Данная система продолжает расширяться, включать в себя новый функционал, и в дальнейшем планируется пополнение новыми различными разделами математики.

В результате разработки получен программный продукт – веб-сервис, позволяющий распознавать математические формулы, работать с символьными математическими выражениями, а также взаимодействовать с различными клиентскими приложениями, такими, как десктопные, веб- и мобильные клиенты.

Список литературы

1. Дмитриев В.А. Символьное вычисление неопределенных интегралов и производных элементарных функций // Гагаринские чтения – 2016: Сборник XLIII Международной научной молодёжной конференции «Гагаринские чтения». М.: Изд-во МАИ, 2017, с. 660.

2. Дмитриев В.А. Система компьютерной алгебры. // Гагаринские чтения – 2017: XLIV Международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения». Том 2. М.: Изд-во МАИ, 2018. 417 с

Обеспечение конфиденциальной передачи информации через Интернет

Думанский А.И., Семенова Т.Б., Бабуджи С.Ю.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
Dum_A_I@inbox.ru

В современном мире любое приложение или программа требует обеспечения высокого уровня конфиденциальности при получении или передаче различных данных через сеть Интернет. Существуют разные виды связи, например при передаче данных от одного лица другому лицу: один к одному, один ко многим, многие ко многим.

Понятие «конфиденциальность» (confidentia) с латинского языка переводится как «доверие». Под ним подразумевается защита информации от возможного разглашения человеку и (или) группе лиц, которые не должны знать ее содержание. Соответственно, конфиденциальные данные – это данные или информация, представленные в бумажной или электронной форме, доступ к которым не может быть получен третьими лицами, не входящими в состав отправляющей стороны или стороны, которая является получателем конфиденциальных данных.

В настоящее время процесс передачи и получения данных требует особого внимания. Конфиденциальная информация может быть перехвачена, в большинстве случаев – в целях причинения вреда ее отправителю или получателю; может быть удалена, что повлечет за собой негативные последствия, особенно если речь идет об информации большого предприятия. Также перехваченная информация может быть искажена – подмена данных приведет к получению адресатом недостоверных данных, а изменение данных с заражением вредоносными программами, утилитами, троянами, червями может нарушить работу принимающей стороны.

Однако следует отметить, что, независимо от уровня защиты и применяемых методов шифрования, на первом месте всегда будет человеческий фактор. Ошибка при отправке, отсутствие на компьютере антивирусных программ, неаккуратная запись конфиденциального сообщения при наличии в помещении подслушивающих устройств или же в присутствии лиц, которые не являются доверенными, может навредить защите данных не меньше, чем действия злоумышленника.

Гарантия успеха обеспечения конфиденциальности – это осуществление комплексной защиты при передаче и получении конфиденциальной информации и данных в целом.

Наиболее актуальной с программной точки зрения является, прежде всего, защита программы от проникновения в содержание её алгоритма и программного кода, так как существует огромное количество средств для подобного вскрытия. В данном случае можно применить прием индивидуализации программы (выдачи пользователю уникального программного кода) и локализации её расположения в рамках общей сети и возможности свободного доступа. В этом случае удаленное проникновение в индивидуальный компьютер можно блокировать множеством способов, а дублированный вариант уникальной программы, попавший на чужое устройство, может быть обнаружен и блокирован через средства мониторинга приема-передачи данных, осуществляемого централизовано.

К криптографической части защиты относится шифрование при передаче конфиденциальных данных. Данный метод обеспечивает полную конфиденциальность при передаче информации, которая быстро теряет свою актуальность. В силу того что закодированные данные должны быть расшифрованы для получения их первичного состояния, злоумышленнику понадобится очень много времени, за которое эта информация уже утратит свою актуальность.

Еще одним важным аспектом является защита организационного уровня, так как отправитель может переслать данные не по назначению, что повлечет за собой потерю конфиденциальности и причинение значительного ущерба участникам конфиденциального обмена информацией.

Такой комплексный подход с акцентом на защиту программной компоненты приема- передачи и собственных способов структурного представления звуковой информации [Л] отрабатывается в развиваемом комплексе «Голосовая почта».

Вопрос осуществления конфиденциальной передачи и получения информации требует глубокого рассмотрения. Каждый элемент передачи данных должен рассматриваться в качестве компонента общей системы, в которой будет обеспечиваться конфиденциальность информации. Разработка и соблюдение такого порядка защиты данных в большинстве случаев гарантируют близкую к абсолютной сохранность целостности информации и минимизируют риск ее вскрытия, хищения, изменения, удаления злоумышленниками.

Литература

Балакирев Н.Е. Количественная и качественная оценка исследуемых объектов на примере простейших отношений // Вестник ВГУ, серия 2. Системный анализ и информационные технологии. 2016. № 2. 188 с.

Решение задачи формирования топологической первоосновы координат точек на основе матрицы качественных отношений

Евсеева М.В., Гребнева К.А., Фадеев М.М.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
m.euseeva2010@yandex.ru

В рамках исследований по распознаванию речи широко применяется структуризация волн с использованием матрицы отношений [1].

Матрица отношений отражает качественную картину (конфигурацию) тех или иных участков потока волн. Такая матрица дает качественную оценку сложности переходных процессов и может быть представлена в виде топологической первоосновы, когда различие между рассматриваемыми характерными точками минимально (=1). В соответствии с такой первоосновой можно построить график, как графическое представление матрицы отношений. Далее любая из точек в реальном проявлении топологического пространства может уйти от первоосновы, но не нарушая всех отношений. Всевозможные реальные проявления относительно данной топологической первоосновы образуют топологическое пространство проявлений одной и той же конфигурации относительно единой и общей для них матрицы отношений. Такой вектор координат – еще один из способов отображения топологического многообразия на топологическую первооснову.

Задача состоит в создании алгоритма, дающего возможность по матрице отношений построить топологическую первооснову в виде вектора координат по оси 0Y, который соответствует матрице отношений с минимальным координатным отличием между точками.

Основной смысл формирования координаты по оси 0Y (по оси 0X координата соответствует номеру точки) заключается в увеличении «потенциала» точки при её доминировании по отношению к любой другой точке. Если точка, определяемая по строке, выше точки, рассматриваемой по столбцу, то ей добавляется 1. Если точка, определяемая по строке, ниже точки, рассматриваемой по столбцу, то к номеру соответствующего столбца прибавляется 1. В конечном итоге, пробежав по всем отношениям, обнаружим, что та точка, которая доминирует относительно других точек, наберет больше всего 1.

Такой алгоритм был реализован на основе языка C# и в настоящее время встраивается в инструментальную систему [2], разработанную на кафедре.

Список литературы

1. Балакирев Н.Е. Количественная и качественная оценка исследуемых объектов на примере простейших отношений // Вестник ВГУ, серия: 2. Системный анализ и информационные технологии. 2016. № 2. 188 с.

2. 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: Изд-во НГТУ, 2018. С. 22-28. С. 65-72

Решения задач автоматизации процессов диспетчеризации машиностроительного предприятия

Ермохин Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
ermokhin@matias.ru

Разрабатываемое решение позволяет составить поминутный план на требуемый горизонт планирования. В качестве горизонта выступает одна смена, т. к. при планировании на более длительный срок возникает большое количество незапланированных ситуаций (поломка и ремонт оборудования, нехватка рабочих требуемой квалификации, увеличение фактического времени выполнения операций), что ведет к сильным отклонениям от первоначального плана. Однако и при планировании на длительный срок предусмотрена возможность управлять процессом информационного сопровождения производства путем назначения задач «в глубину» технологического процесса.

Автоматическое назначение операций может производиться как по исполнителям (трудовые ресурсы), так и на оборудование, в частности критическое (особо нагруженное).

Ниже приведены некоторые из используемых критериев автоматического назначения по исполнителям:

1. Рабочий график (сменность работы, отпуска, отгулы, возможность сверхурочной работы).
2. Журнал выполненных работ исполнителя.
3. Квалификация исполнителя.
4. Характер загрузки участка (подразделения).

Один исполнитель может совмещать несколько профессий или видов работ (в частности, аттестация сотрудника на работу с определенным оборудованием), в таком случае одна из профессий человека считается «основной». Частой является ситуация, когда для проведения определенных работ привлекается специалист из другого цеха (операции, требующие аттестованного исполнителя, или работа в условиях нехватки ресурсов). В таком случае организуется «переброс» исполнителя с учетом затрат на его перемещение.

Такой способ работы также позволяет сразу распределить все работы по технологическому процессу «в глубину», внося лишь незначительные коррективы при наступлении незапланированных событий. Это достигается благодаря тому, что слежение за работой, а также процесс актуализации плана производится в режиме реального времени.

При назначении исполнителям операций по критическому оборудованию учитывается доступность ресурса, запланированные мероприятия по обслуживанию, накопленная статистическая информация о работе и другие факторы.

Для работы в условиях неотнормированного технологического процесса (отсутствует информация о трудоемкости по операциям) на этапе расчета общего плана для каждой ДСЕ, не имеющей норм в технологическом процессе, устаналивается общее экспертное значение трудоемкости. Перед выдачей задания диспетчер цеха имеет возможность скорректировать недостающие значения параметров.

Информация о выполнении работ (регистрация времени взятия в работу и закрытия заданий) используется для накопления статистической информации, которая в будущем позволит корректировать экспертную трудоемкость. Также имеется возможность использовать информацию о времени присутствия исполнителей (уходы с работы, перерывы) для расчета заработной платы.

Рассмотренные выше элементы методики проектно-производственного сопровождения с использованием разрабатываемых программных компонентов позволяют упростить процессы мониторинга и диспетчеризации на машиностроительных предприятиях.

Построение CRM-систем при помощи платформы PEGA

Ершов И.А., Дмитриев В.А.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
sanfeared@gmail.com

CRM-система (Customer Relationship Management) – это специальные компьютерные программы, позволяющие планировать задачи и контролировать их выполнение, вести учет клиентов, хранить документацию по проектам, автоматизировать ее создание и др. CRM-системы необходимы любому крупному бизнесу, который работает напрямую с клиентами и стремится расширять число покупателей.

PEGA – это Java enterprise приложение, запускаемое на любом application сервере, способное решать множественные задачи.

В данной работе рассматривается принцип построения CRM-систем с использованием платформы PEGA, сравнивается полученное решение с другими типовыми решениями различных компаний, анализируются достоинства и недостатки.

Стоит отметить, что PEGA предоставляет единое пространство для сбора и управления требованиями, для разработки и тестирования функциональности и для работы конечного пользователя с бизнес-приложением.

Важные особенности PEGA:

• Situational Layer Cake (слоистая архитектура): за счет наследования и полиморфизма, реализованных в виде Rule Resolution Mechanism, Pega позволяет добиться того, чтобы бизнес-процесс для конкретного клиента изменялся в зависимости от самых разнообразных условий, например как от уровня лояльности данного клиента, так и от регионального законодательства обслуживающего офиса.

• 6R — это концепция построения комплексного решения, которое обеспечивает получение (Receiving) и назначение (Routing) задач, отчетность (Reporting), реагирование (Responding), сбор информации (Researching), принятие решения и разрешение (Resolving) кейсов.

• DCO (Direct Capture of Objectives) — это методология и набор поддерживающих ее средств, направленные на то, чтобы в рамках проекта разрабатывалось только то, что реально нужно бизнесу.

В данной работе проводился сравнительный анализ ведущих платформ для построения CRM-систем, таких, как PEGA, IBM, Elma, Lement.

Полученные результаты представлены графиками и таблицами.

Список литературы

1. Молино Патрик. Технологии CRM. М.: Файр-Пресс, 2004.

2.Черкашин П. Стратегия управления взаимоотношениями с клиентами(CRM). М., 2007.

Использование генерированных графических данных в процессе обучения нейронных сетей

Ефимов А.И.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильин В.Н.

МАИ, Москва

alhimic23@yandex.ru

Нейронные сети находят сегодня все более широкое применение в системах распознавания и обработки визуальной информации. Обучение такой нейронной сети требует обеспечения большого объёма и репрезентативности обучающей выборки [1]. Сложность формирования такой выборки может быть связана как с отсутствием достаточного количества графических данных, так и с трудоемкостью их разметки.

Наиболее распространённым вариантом решения данной проблемы является аугментация обучающих выборок. Её принцип заключается в передаче на вход нейронной сети модифицированных вариантов изображений исходной выборки за счет сдвига, масштабирования, поворота, изменения цветовой гаммы и т.д., что позволяет обучить сеть на меньшем количестве данных [2]. Также существует способ, заключающийся в создании новых изображений за счет комбинирования нескольких старых изображений в одно либо напрямую, либо с использованием GAN-нейросетей [3].

Однако эти решения не всегда обеспечивают достаточные количественные и качественные показатели сформированных выборок. В этом случае может помочь использование генерированных данных. На данный момент графические инструменты способны создавать изображения с качеством, достаточным для эффективного обучения большинства моделей сегментации и частных моделей классификации. Основным достоинством данного подхода является возможность быстрого генерирования практически неограниченного набора обучающей выборки, с высокой точностью и практически с любыми свойствами виртуальной сцены. Принцип построения математической модели виртуальной сцены подразумевает полноту информации об окружающем пространстве, позволяет осуществлять эмуляцию любого количества камер и датчиков, поэтому в дополнение к основному применению появляется возможность обучения системы управлению перемещающимся устройством методом погружения искусственного интеллекта в виртуальную реальность. Основным недостатком данного подхода является трудоемкость создания сцены и обеспечения её достаточной вариативности, сопоставимой с разнообразием данных в процессе применения, однако использование продвинутых графических инструментов и наличие свободнораспространяемого контента значительно сокращают затрачиваемое время.

Проверка данного подхода на основных архитектурах нейронных сетей сегментации (Unet, VGG, ResNet) показала скорость и точность обучения, сопоставимые с обучением на реальных данных. Обнаружены и недостатки, заключающиеся в повышенной вероятности переобучения, однако они вполне устранимы как стандартными методами, так и дополнением генерированной выборки небольшим количеством реальных данных (3 – 15% от объема выборки в зависимости от архитектуры и задачи).

Таким образом, показана возможность использования генерированных данных для тренировки нейронных сетей, показана эффективность и перспективность данного подхода к формированию обучающих выборок.

Список литературы

1. He Wang, Wen-Hao Zhang, K. Y. Michael Wong, Si Wu Advances in Neural Networks ISNN 2017, Sapporo, Hakodate, Hokkaido, Japan, 2017.

2. Jason Wang, Luis Perez The Effectiveness of Data Augmentation in Image Classification using Deep Learning Stanford University, Stanford, USA, 2017.

3. Shahrokh Valaee Training artificial intelligence with artificial X-rays University of Toronto Faculty of Applied Science & Engineering, Toronto, Canada, 2018.

Разработка web-приложения для автоматизации бизнес-процессов кафедры

Жига Н.В.
Научный руководитель — Новиков А.Ю.
МАИ, Москва
assisken@yandex.ru

На кафедрах существует большое количество рутинной работы, поддающейся автоматизации. Примером может служить составление семестрового расписания учебных групп кафедры. Такая работа может занять длительное время, особенно если количество групп, проходящих обучение, более семи. К тому же помимо семестрового расписания может составляться расписание сессии всё тех же групп, расписание преподавателей и т.д. Может оказаться проблемой связь с учебными группами, распространение новостей кафедры, списка сотрудников и важной информации для абитуриентов.

Также на кафедре могут быть специфические учебные процессы, которые нельзя автоматизировать средствами электронного обучения. Например, при изучении дисциплины web-программирования студенту необходимо создание домена, web-сервера и файловое пространство. Возникает необходимость в автоматизации и таких процессов.

Подходящим решением для автоматизации вышеперечисленных процессов служит создание web-приложения, целью которого будет сбор, обработка и распространение необходимой информации. Студенты будут обеспечены информацией о своём расписании, информацией об объявлениях. Сотрудники будут обеспечены отчётами и своим расписанием. Абитуриенты будут обеспечены необходимой информацией о способах поступления на кафедру и информацией о самой кафедре. Кроме того, приложением будет предоставляться автоматизация учебных процессов, требуемых специфическими дисциплинами.

Для реализации специфических требований отдельных дисциплин разработан набор интерфейсов для отображения данных, присылаемых приложением. Сам процесс должен быть автоматизирован отдельными приложениями. Такая архитектура позволяет гибко реализовать требования к дисциплине, сохранив централизованную точку доступа к дисциплине.

Для реализации веб-приложения используется веб-фреймворк Django, для хранения данных используется СУБД PostgreSQL. Для реализации интерфейса применяется REST API.

К вопросу о разработке учебного компьютерного комплекса конструкции вертолета Ми-8МТВ-5

Заволокин И.А., Сорокин И.Г.
Научный руководитель — к.т.н. Макаров И.К.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
warrior992773@mail.ru

В статье предоставлен опыт в области применения 3-мерной компьютерной графики для создания виртуальных образов конструкции современных летательных аппаратов. Проанализированы возможности, и сделаны выводы о преимуществе использования

Современное образование, особенно техническое, невозможно без применения информационных технологий. Изучение конструкции и принципов работы сложных технических объектов только с использованием статических схем (которые часто имеются только в плохом качестве) – процесс очень трудоемкий. Решить эту проблему позволяет 3D-визуализация. Для примера можно сравнить обычные стандартные чертежи и схемы, которыми пользуются конструкторы и технологи повседневно. Они не дают такой наглядности и реалистичности, как точно такой же чертеж, выполненный в системе 3D-визуализации. 3D- моделирование позволяет создавать объекты с фотографической точностью и реалистичностью, граничащей с реальными объектами. Однако задача дизайнера при создании анимации технологического процесса, заключается в том, чтобы облегчить зрителю понимание его сути.

Процесс визуализации включает в себя подготовку 2D-чертежей и 3D-моделирование, а также 3D-анимацию.

3D-визуализация позволяет:

а) легко показать технологические особенности элементов конструкции ЛА, не имея дорогостоящих макетов ЛА и их двигателей, что, в свою очередь, даёт возможность экономить средства, затрачиваемые на развитие учебного процесса;

б) динамично раскрыть функциональное назначение агрегатов, деталей и т.д.;

в) рассмотреть объект исследования со всех сторон, покрутить его вокруг своей оси, сделать масштабирование каких-либо деталей;

г) вносить изменения в объект исследования на любой стадии разработки.

Рассмотрим этапы создания выбранной для примера храповой муфты.

Храповая (центробежная) муфта предназначена для автоматического соединения стартера с ротором ТК в процессе раскрутки при запуске и разъединения их после отключения от стартера. Она состоит из ведущей части и ведомой. На внутренней поверхности зубчатого венца ведущей части имеется храповик. Ведомая часть имеет три собачки, расположенные под углом 120 градусов. Центр тяжести собачки смещен относительно оси вращения в сторону ведомого звена. Собачки могут занимать два положения: рабочее, при котором они находятся в контакте с косыми зубьями храповика, и выключенное, когда они не имеют контакта с храповиком.

Этап 1. Открываем программу и подготавливаем проекционные плоскости. Нам понадобится только одна. Зная пропорции изображения, создаем под него плоскость. Текстурируем эту плоскость путем перетаскивания изображения на нее.

Этап 2. Используя нижеперечисленные инструменты, создаем 3D-модель каждой детали.

Editable Poly – предоставляет инструменты редактирования для различных уровней подобъектов. Включает в себя большинство возможностей, таких, как: изменение положения вершин, ребер, граней, NURBS.

Extrude – выдавливает объект, придавая ему объём.

Lathe – создает трехмерный объект, вращая плоскую форму или кривую NURBS вокруг оси.

Mirror – параметрический метод зеркального отображения объекта или выделенного подобъекта.

Этап 3. Получив каждую модель, производим сборку.

3Ds Max – полнофункциональное решение для 3D-моделирования, анимации и рендеринга при разработке реалистичных объектов с применение спецэффектов. Его использование позволяет добиться в проектировании и визуализации объектов высокой точности в построении моделей и их реалистичном изображении.

Список литературы

1. Официальный курс обучения пакету 3ds max (+ CD-ROM). М.: НТ Пресс – Москва, 2007. 159 с.

2. Верстак В., Бондаренко М., Бондаренко С. 3ds Max 8 на 100% (+ CD-ROM); СПб: Питер – Москва, 2006. 416 с.

3. Верстак, В. 3ds Max 8. Секреты мастерства (+ CD-ROM); СПб: Питер – Москва, 2006. 672 с.

4. Верстак В. Анимация в 3ds Max 8. Секреты мастерства (+ CD-ROM); СПб: Питер – Москва, 2006. 432 с.

5. Маров М. Энциклопедия 3ds max 6; СПб: Питер – Москва, 2006. 525 с.

6. Мортье Шаммс. 3ds Max 8 для "чайников" (+ CD-ROM); М.: Вильямс – Москва, 2006. 368 с.

7. Петерсон Майкл Тодд, Минтон Ларри. Эффективная работа с 3D Studio Max 2; СПб: Питер – Москва, 1999. 656 с.

8. Полевой Роб. 3D Studio MAX 3 для профессионалов (+CD); СПб: Питер – Москва, 2001. 848 с.

9. Потапкин А., Кучвальский Д. 3D studio MAX; М.: ЭКОМ – Москва, 1997. 480 с.

10. Рис С. Анимация персонажей в 3D Studio MAX; СПб: Питер – Москва, 1997. 416 с.

11. Темин Г.В., Кишик А. 3D Studio MAX 6/7. Эффективный самоучитель; СПб: ДиаСофт – Москва, 2005. 464 с.

12. Шнейдеров В. Иллюстрированный самоучитель 3ds max; СПб: Питер – Москва, 2006. 480 с.

Особенности размещения учебных курсов в системах электронного обучения

Зайцева Е.К.

Научный руководитель — Викулин М.А.

МАИ, Москва

zajtseva.alena2011@yandex.ru

Современная действительность заставляет искать способы, которые позволят производить процесс передачи знаний быстрее. Для достижения этой цели эффективно используется электронное

обучение, которые представляет собой систему обучения при помощи информационных и электронных технологий.

Электронное обучение строится на базе учебных курсов – занятий, разработанных в соответствии с учебным планом. При разработке курсов может возникнуть ряд трудностей: требования высокого уровня наглядности и гибкости, которые предъявляются к представляемому материалу, общая информационная доступность, необходимость осуществления эффективного контроль знаний.

Средством, помогающим решать возникающие проблемы, является LMS (система управления обучением). LMS дает возможность разделять содержание учебного курса на блоки. Позволяет наглядно представлять эти блоки в виде лекций, которые состоят из страниц. С помощью этой системы возможно производить качественный контроль знаний, который осуществляется с помощью тестирования. Проверку пройденного материла предполагается производить после каждой страницы лекций или в ходе специально разработанных промежуточных и итоговых тестирований. В процессе разработки тестов есть возможность создания различных типов заданий и гибко настраиваемой системы оценивания результатов. Кроме того, LMS дает возможность распределять задания по кластерам, что позволяет многократно генерировать различные вариации одного и того же тестирования. Электронное обучение обладает еще одним достоинством: сейчас к компьютерным технологиям и сети Интернет доступ имеет практически каждый, поэтому получение образования становится более доступным.

Несмотря на значительный ряд преимуществ системы управления обучением, разработка курсов требует достаточно большого количества времени. Улучшение интерфейса могло бы ускорить этот процесс за счёт более удобного взаимодействия с компонентами редактора.

Так или иначе, уже сейчас различные вариации систем электронного обучения активно интегрируются в образовательный процесс многих сильнейших университетов РФ и мира. Есть все основания предполагать, что эта технология получит качественное развитие в самом ближайшем будущем, а это означает, что процесс хранения и передачи знаний станет ещё эффективнее.

Анализ загрузочного интерфейса Intel UEFI

Зайченко А.А., Приходько Д.И.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
zaychenko.96@mail.ru

В настоящее время компьютерные технологии шагнули далеко вперёд: совершенствовались возможности аппаратной части, а также программных продуктов, производимых крупными корпорациями. В результате эволюции компьютерных технологий появились 2 конкурирующих интерфейса загрузки ПК: добрый старый BIOS и новый интерфейс UEFI.

Ещё лет 10 назад, когда разрабатывали первую спецификацию интерфейса UEFI, было сложно представить, что этот интерфейс уже в ближайшем будущем окажется доминирующим в компьютерной индустрии. Настоящий обзор посвящён главным особенностям использования программного продукта для администрирования UEFI – UEFI SHELL, а также его месту в современных технологиях.

Стоит отметить, что основными особенностями ОС являются «виртуальная машина» для приложений, наличие собственного исполняемого формата файлов, обеспечение удобства обращения пользователя с аппаратурой [1].

Если принять во внимание документацию Intel UEFI [2], то продукт UEFI SHELL[3] удовлетворяет всем вышеизложенным требованиям, но есть несколько отличий: отсутствует графический интерфейс, возможность работы напрямую с АП, отсутствует возможности многозадачности систем (можно одновременно запустить на выполнение только одну задачу).

Из вышеизложенного вытекает следующий вывод: UEFI является полноценной однозадачной ОС, представляющей собой аналог старого DOS.

Список литературы

1. Andrew Tanenbaum Modern Operating Systems. Prod Peter. Two thousand eighteen.
2. Unified Extensible Firmware Interface Specification Prod Ebook. Two thousand seventeen.
3. UEFI Shell Specification Prod Ebook. Two thousand eighteen.

Исследование процессов обработки и применения адресной информации

Зенин К.И.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
goddnd@gmail.com

Адресная информация до сих пор играет значительную роль в бизнесе. Различные предприятия имеют свои почтовые адреса, в компаниях работают сотрудники, которые где-то живут. Эта информация зачастую хранится в базах данных компании, как и данные о поставщиках, о коллегиальных компаниях и так далее. Адреса могут быть написаны с опечатками, в разных формах, в связи с чем существует проблема с их обработкой.

В рамках реализации в негосударственном пенсионном фонде способа оптимизации работы с данными такого типа была поставлена задача определения методики такой оптимизации.

Использовался сравнительный анализ уже существующих методик, взвешивались их плюсы и минусы с целью выяснения наиболее подходящей методики для НПФ. Выборка состояла из трёх методик:

1) Адресный фильтр.
2) «Идеальный оператор».
3) Социальный профиль.

Рассмотрим их подробнее:

1. Все поступающие адреса распределяются на две категории – хорошие и плохие. Хорошими считаются адреса, по написанию которых можно однозначно определить адрес после сверки с реестром, хранящим в себе все существующие адреса. Плохими же считаются такие адреса, которые требуют ручной корректировки оператором.

2. Данная методика по сути своей является способом сделать искусственного человека-оператора. Он определяет также по категориям, но у него их три – хорошие, плохие и требующие уточнения. Здесь плохими адресами считаются адреса, которые вообще невозможно найти в реестре, при условии, что они записаны в правильной форме.

3. Социальный профиль формируется на основе данных, имеющихся в открытом доступе в Интернете. Из различных учётных записей на разных сервисах, собираются адреса, определяются частота их упоминания (чем больше источников с одним адресом, тем больше вероятность, что этот адрес основной) и другие параметры.

Сравнение проводилось по трём параметрам:

- Использование реестра адресов.
- Использование человеческих ресурсов.
- Степень автоматизации.

На основании проведённых сравнений было сформировано заключение: в негосударственном пенсионном фонде имеет смысл создать сервис для работы с адресной информацией, основанный на методике идеального оператора, и по возможности добавить к этому фильтрацию по методике социального профиля для сравнения с открытыми источниками, а также внутри баз данных НПФ.

Экстерьерная визуализация ландшафтного и архитектурного дизайна в среде компьютерного моделирования

Зиновьев Р.З.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
Zen99rom@mail.ru

3D-визуализация – один из важнейших инструментов современного дизайнера, обеспечивающий возможность создания объёмного изображения проекта, например здания, коттеджного поселка или микрорайона. Благодаря визуализации обеспечивается полное взаимопонимание между разработчиком проекта и его заказчиком, так как она позволяет увидеть, как будет выглядеть здание, до начала строительства или ремонта. Помимо этого, визуализация объекта позволяет другим специалистам, участвующим в разработке, выявить все необходимые для них данные, что впоследствии облегчает создание и воплощение объекта в жизнь.

Средства визуализации позволяют увидеть интересующий нас объект при различных типах освещения – при естественном, искусственном, общем, местном, комбинированно и др., а также правильно подобрать. Помимо этого, корректная информация и разработка экстерьерного проектного

плана позволяют создать логически оправданное расположение дорог, зданий и пешеходных зон, что, в свою очередь, позволяет избежать пробок, скопления людей в одном месте и прочих негативных аспектов. Изображение интересующего нас объекта на местности позволяет увидеть огромное количество необходимых нюансов, которые дают возможность целостного восприятия создаваемого проекта. Благодаря им мы можем определить точные размеры объекта и его фактическое расположение в пространстве, рассчитать требуемое количество зелени, задаваемое условиями заказчика или же экологической ситуацией в данном районе, выявить необходимое количество источников света. Ведь правильное расположение ландшафтных объектов помогает избежать таких проблем, как недостаток зеленых насаждений, загрязнение окружающей среды в жилых районах, а также решить проблему энергоэффективного освещения улиц, парков и так далее. А качественный и продуманный рендеринг позволит с разных ракурсов увидеть идею проекта в приближенном к реальности изображении, что, в свой черед, облегчит восприятие объекта и работу над ним для подрядчиков, строителей и других специалистов.

Таким образом, обладая достаточными знаниями в области экстерьерной визуализации, мы получаем возможность создать любую сцену, которую хочет увидеть от нас потребитель, проработанную в точности с его замыслом. Можно смело сказать, что 3d-визуализация становится все более значимой в современном компьютерном моделировании. Она помогает снизить нагрузку на заказчика, которому не придется объяснять своим клиентам, рабочим и другим лицам, участвующим в создании проекта, тонкости и нюансы – их можно увидеть на конечной картинке, полученной при рендере изображения, а также расширяет возможности архитектурного дизайнера, позволяя в короткие сроки создать требуемую 3d-сцену при помощи параметров и функций, облегчающих его работу.

Анализ и моделирование элементов конструкции и технологии изготовления электропневмоклапана

Зинченко М.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
zi-mashenka@mail.ru

Широкое распространение программного обеспечения проектирования и производства, а также поразительный рост вычислительной мощности компьютеров привели к тому, что инженеры могут использовать системы автоматизированного проектирования для решения повседневных задач, а не только для подготовки наглядных иллюстраций. Международная конкуренция, увеличение числа опытных специалистов и повышение требований к качеству заставляют владельцев предприятий автоматизировать проектирование и производство. Как следствие этого, преподаватели высших учебных заведений чувствуют потребность в изменении программы своих курсов, относящихся к проектированию, чтобы научить студентов пользоваться САПР и дать им представление об основных принципах, лежащих в основе этих систем.

В моей работе, с помощью комплексной системы автоматизированного проектирования была создана модель элементов конструкции и технологии изготовления электропневмоклапана.

Исследование технического описания, спецификации, конструкции и технологии изготовления изделия «Электропневмоклапан» позволило рассмотреть назначение и устройство элемента, изучить основные характеристики моделируемого объекта, выделить компоненты, которые войдут впоследствии в информационную структурно-параметрическую модель с интегрированным расчетом.

На основе проведенного изучения изделия «Электропневмоклапан», была создана комплексная параметризованная модель производственной спецификации, включающая расчет технических, ресурсных и геометрических параметров объекта.

В полученной модели возможно изменять различные входные параметры с целью получения оптимальной конфигурации изделия. Эти результаты позволяют оценить варианты реализации изделия, что в конечном итоге даёт возможность выбирать его наиболее рациональные конструктивные и функциональные характеристики.

Производственный мониторинг выбросов Затонской ТЭЦ, Уфа

Зиятдинова З.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
zilyazorro@mail.ru

Контроль загрязняющих промышленных выбросов является одним из основных инструментов определения экологических характеристик промышленных объектов. Существуют два типа мониторинга загрязняющих выбросов: контроль окружающей среды (определение загрязняющих веществ в атмосфере и контроль его текущего состояния) и производственный мониторинг (контроль конкретного промышленного источника выбросов: тепловые электростанции, котлы и т. д.).

Основные функции производственного мониторинга:

• Обнаружение и оценка массовых выбросов конкретного источника.

• Расчеты загрязнения территории, близкой к ТЭЦ.

В работе представлена система производственного мониторинга загрязняющих веществ для Затонской ТЭЦ г. Уфы. Система предназначена для непрерывного круглосуточного контроля на стационарных источниках организованных выбросов – дымовых трубах №1,2, расположенных на объекте, посредством прямого непрерывного автоматического измерения концентрации загрязняющих веществ в отходящих газах и температуры отходящих газов, расчёта массы выбросов и возможностью организации передачи ин-формации в государственный фонд данных государственного экологического мониторинга.

Разрабатываемая система состоит из комплекса технических средств, включающего в себя стационарные газоанализаторы, датчики температуры, преобразователи и сервер.

Система производственного мониторинга загрязняющих веществ За-тонской ТЭЦ г. Уфы основана на четком распределении функций, обмене информацией между ее частями и разделена на два иерархических уровня.

Нижний (полевой) уровень состоит из стационарного и измерительного оборудования. На нижнем уровне производятся измерение температуры уходящих газов, контроль уходящих газов и считывание информации с блока аналоговых сигналов

На верхнем уровне осуществляются прием и обработка информации от газоанализаторов; отображение состояния технологического оборудования на видеодисплее; регистрация параметров.

К критериям оценки достижения целей создания системы относятся:

• Экономический эффект, заключающийся в снижении платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу за счет достоверного автоматического контроля и снижения объемов выбросов благодаря контролю и регулированию процесса сжигания топлива.

• Уменьшение расхода потребляемого топлива в результате повышения эффективности работы основного энергетического оборудования.

• Повышение производственной дисциплины и производительности труда.

Исследование бизнес-процессов с применением технологий преобразования изображений в текстовую информацию и разработка программного обеспечения для распознавания и обработки произвольных документов по сканированному изображению

Золотов Д.В.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
zombibober@gmail.com

Бумага как основной носитель информации постепенно утрачивает свое значение. Вместо бумажных документов используют их электронный вариант. Для автоматизации процесса преобразования изображений в текстовую информацию были разработаны системы оптического распознавания текста – Optical Character Recognition (OCR). Сегодня в области документооборота повсеместно используются OCR, в особенности в финансово-банковской сфере, что позволяет значительно ускорить и облегчить работу с бумажными документами в электронном виде.

В рамках реализации в негосударственного пенсионном фонде программного обеспечение для обработки и распознавания произвольных документов по сканированию, была поставлена задача выбора инструмента для преобразования изображений в текстовую информацию.

Рассмотрим различные программные продукты систем оптического распознавания текста: I2ORC, Readiris Pro, FREE ONLINE OCR SERVICE, CuneiForm, SILVERCODERS OCR Server, ABBYY FineReader, OmniPage, Ocrad.

К данным программным продуктам преобразования изображений в текстовую информацию предъявляются следующие требования:

1. Продукт должен работать согласно клиент-серверной архитектуре.
2. Продукт должен иметь внешние открытые программные интерфейсы для интеграции.
3. Статистический процент распознавания текста должен быть больше 90%.

При рассмотрении данных продуктов и сравнительном анализе, позволившем выявить их положительные и отрицательные стороны, было обнаружено, что большинство систем распознавания текста имеют процент распознавания ниже 90% или не имеют внешних открытых программных интерфейсов.

На основании проведенного сравнительного анализа было сделано заключение, что в случае выбора инструмента для преобразования изображения в текстовую информацию имеет смысл выбрать ABBYY FineReader, так как, кроме открытого программного интерфейса и больших функциональных возможностей, у него наибольший процент распознавания текста среди данных продуктов.

Проектирование и разработка программного комплекса для планирования и систематизации задач

Иванов А.Л.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
whiteforest440@gmail.com

При управление предприятием возникает большое количество различных проблем, среди которых – так называемая структурно-функциональная неупорядоченность. Она основывается на разрыве связей между целями, задачами, персоналом и экономическими аспектами. Последствиями ее возникновения могут быть нерациональное использование ресурсов, различные отклонения в работе, срыв сроков и банкротство.

Для решения данной проблемы применяются системы управления проектами и предприятием. Это программный комплекс, предоставляющий функционал планирования задач, управления бюджетом, упрощения совместной работы, документирования и администрирования системы в целом.

Под планированием задач подразумевается создание, редактирование, разбиение и закрытие задач, отслеживание времени выполнения, передача задачи другому исполнителю и расстановки зависимостей и приоритетов.

Системы управления предприятием позволяют в наглядной форме увидеть текущие проекты и процессы, они также используются для координации деятельности большого количества сотрудников.

Таким образом, данное ПО позволяет решить проблему структурно-функциональной неупорядоченности, восстанавливая связи между персоналом, задачами и другими аспектами предприятия.

Главной целью работы является разработка программного комплекса, предназначенного для планирования и систематизации задач. Программный комплекс предполагает гибкое ведение задач (создание, редактирование, установку зависимостей и установку прав), быстрое составление отчетов, легкую визуализацию процессов, упрощение взаимодействия между разными командами/подразделениями, простое отслеживание ошибок а также составление новых отчетов об ошибках, доставку уведомлений о событиях с помощью e-mail и push-уведомлений.

Основной концепцией данного программного комплекса является возможность гибкой конфигурации, позволяющей настроить приложение под свои потребности. Подразумевается возможность легкого развертывания на предприятии, настройка отображения процессов и подпроцессов, широкая настройка статусов, категорий и приоритетов задач и управление, а также настройка кабинета пользователя. Предполагается использование оптимальных методов планирования.

Принято было разрабатывать программный комплекс в форме SaaS (Software as a Service), а основной клиент разрабатывать как SPA (Single Page Application). Данная модель позволяет снизить стоимость развертывания программного комплекса, не предполагает установки дополнительного ПО,

предлагает простой пользовательский интерфейс и является кросс-платформенным решением (в том числе даёт возможность взаимодействия с системой через мобильные девайсы). Кроме того, в Web-based приложениях проще реализовать многопользовательскую модель работы над задачами, что требуется для повышения гибкости продукта.

Основным экраном SPA является поле с задачами, представленное в качестве таблицы, строками которой являются непосредственно сами задачи, а столбцами – их параметры. С помощью данного поля пользователь может отслеживать, анализировать задачи и работать с ними. Конфигурация предполагает настройку отображения параметров задач, чтобы пользователь мог явно указать интересующую его информацию.

Реакция системы на события (например, появление новой задачи или истечение срока актуальной задачи) также должна настраиваться пользователем.

Помимо основного экрана, подразумевается наличие личного кабинета пользователя и личного кабинета руководителя.

В личном кабинете пользователя отображены текущие задачи и события, к которым данный пользователь имеет отношение. Таким образом, пользователь получает быстрый и простой доступ к процессам, благодаря чему тратит меньше времени на поиск полезной информации и меньше теряет концентрацию.

Личный кабинет руководителя позволяет упростить отслеживание работы подчиненных над проектами, централизируя информацию об их деятельности.

Благодаря перечисленным выше достоинствам и особенностям, использование данного SaaS-решения позволит предприятию повысить производительность и снизить различные риски. Потребителю будет гарантировано сочетания простоты развертывания системы и гибкости использования, благодаря чему этот продукт будет полезен широкой аудитории.

Контроль персонального финансового учёта с помощью мобильного приложения

Иванченко Н.С., Абдряхимов Р.Н., Янов С.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва
anikkinho@gmail.com

В работе затронута проблема учёта финансов. Нужно уделять внимание не только тому, сколько вы зарабатываете, но и тому, сколько тратите. Сделать это просто – нужно начать отслеживать свои расходы и доходы. Удобнее будет использовать мобильное приложение, поскольку телефон всегда под рукой.

Вопрос экономии семейного бюджета в условиях финансового кризиса становится все более актуальным. Как снизить расходную часть, если не получается увеличить доходную? Самым простым способом экономии является контроль и учет каждой траты.

Смартфоны давно вошли в нашу повседневную жизнь. Сегодня это не просто мобильный телефон. С помощью широкого функционала умных гаджетов мы развиваемся, развлекаемся, решаем множество сложнейших ежедневных задач.

Люди ведут персональный финансовый учет с различными целями: выплатить кредиты, организовать накопления, сократить расходы, спланировать даты платежей и поступлений, если едва хватает денег до зарплаты. Цели, которые мы преследуем, создавая данный сервис для учётов финансов:

Быстро узнавать, сколько денег на каждом счете.

Анализировать и улучшать структуру расходов и доходов.

Быстро находить информацию: когда и/или за сколько я что-то покупал при возникновении подобных вопросов.

Контролировать долги.

Анализировать долгосрочные финансовые цели.

В будущем реализовать дополнительные идеи персональной автоматизации: автоматические покупки, отслеживание цен, сравнение магазинов и сервисов.

Исходя из этих целей, определен следующий набор требованиев:

• Гибкость учета: иерархия категорий затрат, группы счетов, мультивалютность, проекты, контрагенты, регулярные платежи.

• Удобство внесения данных: виджеты, парсинг смс, интеграция с банками, сканирование чеков, автоматическое обновление курсов валют.

• Отчетность: конструктор, экспорт, стандартные отчеты по категориям и динамике расходов, баланс счетов.

• Аналитические инструменты: прогноз накоплений, прогноз затрат.

• Еженедельные напоминания о долгах и регулярных платежах.

• Резервное копирование: локальное и облачное, настройка расписания.

В целях удобного представления сводки о доходно-расходной части была разработана модель, содержащая следующие входные данные:

• Текущая сумма.

• Детальный отчет расходов и доходов за n-ый месяц.

• Детальный отчет за последние 12 месяцев.

По полученным данным модель рассчитывает доходы и расходы на основе выделенных нами временных периодов, а также доходов и расходов.

Модель реализована на языке программирования Swift.

В данный момент модель проходит тестирование на кафедре “Компьютерная математика”.

Литература

The Swift Programming Language (Swift 4.2), 2014. 500 с.

Автоматизация создания медицинских документов в МИС с использованием данных стандарта HL7

Ионкин М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Скородумов С.В.
МАИ, Москва
ionkinmikhail@gmail.com

Некоторые врачи тратят до 80 процентов времени приема только на ввод данных, терапевты в среднем – 70% [1, 2]. Из-за ограничения общего времени приема это неизбежно сказывается на качестве лечения. По программе "Цифровое здравоохранение" планируется переход всех медицинских организаций на электронный документооборот до 2025 года [3].

Эффективное решения данной проблемы возможно благодаря повторному использованию однажды введенных данных, и автоматическому выводу новых, если это возможно. Например, в форме 070-у абсолютное большинство данных может быть выведено из карты пациента, сведений о медицинской организации, о враче, и информации о текущем состоянии информационной системы. Некоторые поля могут быть заполнены «по умолчанию», с возможностью их изменения в процессе ввода. В случаях, когда автоматический вывод невозможен, но процесс ввода сложный (например, ввод медицинских кодов), следует упростить их ввод с использованием понятных человеку концептов.

Есть несколько способов автоматического создания документов:

1. Использовать собственный конструктор форм. Это требует большого количества времени на генерацию форм для каждого стандарта. Также требуется создать сложный конструктор, подходящий для создания любого медицинского документа.

2. Использовать текстовые документы, конвертируемые в PDF (markdone, LaTeX, HTML). Этот вариант прост в разработке, но подобные документы требуют специальной квалификации, и потому далеко не все пользователи смогут работать с документами напрямую.

3. Создавать шаблоны на базе готовых с использованием распространенных бинарных форматов (doc, docx, odt). Многие медицинские формы уже существуют в формате doc и docx. Программная реализация генератора таких документов сложнее, чем генерация с использованием текстовых документов. Однако, при использовании существующих программных пакетов (например, XDocReport: XML Document Reporting, https://github.com/opensagres/xdocreport) вставка изображения или текста без форматирования осуществляется легко.

Автором был выбран 3-й вариант. Для заполнения документов используются данные медицинской информационный системы (МИС). С целью унификации доступа был выбран один из наиболее распространенных в мире стандартов медицинских данных – HL7 FHIR. Данный стандарт хорошо документирован (в частности, для каждого поля данных есть пояснение), и имеет готовые JSON- и XML-схемы для автоматической генерации кода. Также, есть реализация стандарта на языке Java, и официальная система проверки введенных данных (например, можно проверить, что введено положительно число).

Был создан прототип, который по данным пациента заполняет форму 070-у. Во время прототипирования был выявлен один недостаток решения: кодовые слова, вместо которых

записываются данные, сложно записывать в поклеточные элементы формы. Эта проблема может быть решена путем углубленного изучения стандарта docx, либо путем объединения ячеек строки, либо путем добавления специального символа и выравнивая по ширине ячейки. Прототип выложен по адресу https://github.com/Mikhail42/document-template-helper.

Список литературы

1. Осадчая С. В. Сокращение бумажной работы врача. //Руководитель медицинской организации // 2014.

2. Бутенко В., Полунин К., Прокопец М., Тимофеева Е., Тушен Ш., Файбисович П., Шалелашвили Л. Здоровое здравоохранение: шаг в будущее для российской медицины. The Boston Consulting group, 2018.

3. Белышев Д.В., Гулиев Я.И., Михеев А.Е. Изменение функциональных требований к МИС в процессе перестройки систем здравоохранения. //Врач и информационные технологии//, 2017.

Анализ эмоциональной тональности художественной литературы с помощью методов машинного обучения

Исаев К.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Лемтюжникова Д.В.
МАИ, Москва
isaev_kir@mail.ru

Сентимент-анализ актуален для мониторинговых, аналитических и сигнальных систем, для систем документооборота и рекламных платформ, нацеленных на конкретную тематику веб-страниц. Он применяется в различных областях, например, в социологии, маркетинге, рекомендательных сервисах, медицине и психологии, машинном переводе. В сентимент-анализе традиционный подход представляет собой классификацию ключевых слов на две категории – негативные и позитивные слова, иногда добавляется третья – нейтральные. В авторском варианте помимо двуклассового, рассматривается многоклассовый вариант по 8-ми эмоциям.

Как правило, в качестве исследуемых данных сентимент-анализа используются комментарии в социальных сетях, «твиты», пользовательские отзывы. Предлагается исследовать в данном ключе художественную литературу, которая представляет собой в общем случае набор всевозможных чувств и эмоций. Ставится задача разработки приложения, позволяющего определить эмотивную составляющую литературного произведения. Осуществив прогноз насыщенности проявления тех или иных эмоций в тексте, оно поможет пользователю составить представление о той или иной книге до начала ее прочтения. По мнению автора, «литературный помощник» найдет свое применение в онлайн-библиотеках и книжных онлайн-магазинах.

Для решения поставленной задачи используется следующий инструментарий:

• Сентимент-анализ на основе смешанного подхода: с помощью эмотивного словаря EmoLex происходит разметка обучающей выборки по спектру эмоций, среди которых гнев, отвращение, предвосхищение, страх, радость, печаль, удивление, ощущение доверия;

• Тематическое моделирование (выделение ключевых тегов произведения) для улучшения качества прогноза.

• Ряд методов машинного обучения:

• наивный байесовский классификатор (NBC), суть которого заключается в предположении о том, что наличие какого-либо признака в классе не связано с наличием какого-либо другого признака;

• K-ближайших соседей (kNN), оценивающий сходства объектов: классифицируемый объект относится к тому классу, которому принадлежат ближайшие к нему объекты обучающей выборки;

• опорных векторов (SVM), в котором точка в пространстве рассматривается как вектор размерности p и необходимо узнать, возможно ли разделить данные точки плоскостью классификатора размерности p-1;

• нейронная сеть.

По результатам выполненной работы будет выбран подход, демонстрирующий наибольшую точность прогноза. Полученные результаты будут визуализироваться.

Конструкторская разработка объекта «отъемная часть крыла»

Исаев Р.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Москва
raprpa2011@mail.ru

В проводимой в рамках выполнения ВКРМ и НИРС работе была создана конструкторско-технологическая модель изделия «отъемная часть крыла» (ОЧК) с помощью программно-методического комплекса структурно-параметрического моделирования (ПМК СПМ). Данный продукт позволяет строить геометрическое представление модели, а также формировать производственную и конструкторскую спецификацию сборочного узла в рамках одного проекта.

ОЧК включает такие конструктивные элементы, как кессон, два съемных носка хвостовой части и концевые обтекатели. Закрылок функционирует благодаря действию винтового механизма. С задней стороны консоли подвешиваются элероны и внутренние закрылки (от 14-й до 20-й нервюры).

Базовой силовой основой ОЧК служит кессон крыла, формируемый лонжеронами и панелями. В кессоне находятся емкости топливных баков.

Силовая конструкция в целом включает сам кессон, образованный двумя лонжеронами, верхними и нижними панелями и набором нервюр.

В процессе работы в среде СПМ создана комплексная модель изделия ОЧК, включающая систему параметризации и технологические характеристики, дающие возможность формировать маршрутные карты и план изготовления изделия.

Гибкая система параметризации позволяет строить модели новых изделий на основе единожды созданной, не меняя самого кода. Благодаря связи модели с технологией изготовления возможно сразу получить необходимые расчёты и значения, учитывающие характеристики новой модели.

Использование структурно параметрического комплекса моделирования СПМ даёт возможность осуществлять информационное сопровождение продукции, реализуя этапы конструирования объекта, технологический процесс изготовления и эксплуатации.

Выполнение данной работы помогло приобрести навыки моделирования новых объектов техники авиационной промышленности, умение создавать системы параметризации, которые позволяют формировать аналогичные модели на базе исходной, а также освоить основные принципы формулирования конструкторско-технологического решения, определяющего технологический процесс изготовления изделия.

Разработка автоматизированной системы управления производством с целью оптимизации пути изготовления изделия типа «переключатель»

Кабалин И.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Сергиев Посад
kabalin.ivan@mail.com

Целью автоматизации системы управления производством является повышение эффективности управления процессами производства новых изделий, включая подготовку производства, что в конечном итоге должно обеспечить сокращение времени и уменьшение себестоимости их изготовления.

Формирование и накопление информации об обработке в базе данных позволяет оптимизировать последовательность прохода обрабатываемых заготовок по рабочим местам. Проектирование изделий в системе NX Unigraphics обеспечивает быструю и удобную разработку управляющих программ для автоматического оборудования с числовым программным управлением. Параметры и атрибуты, технологического оборудования, задействованного при изготовлении изделий, записываются в базу данных с помощью специально разработанной для этой цели программы, написанной на языке объектно-ориентированного программирования с использованием библиотеки NX Open API. Данная библиотека обеспечивает набор инструментов и технологий, посредством которых необходимое внешнее приложение получает доступ к возможностям программной среды NX. Таким образом практически все возможности Unigraphics оказываются доступными. Наряду с этим существует класс объектов, создание которых возможно только программным способом.

Данные об изготовленных деталях на технологическом оборудовании с системой ЧПУ и разработанные для него управляющие программы обработки поступают в базу данных, что обеспечивает накопление опытных данных и их унификацию. Полученная информация дает

возможность легко в автоматическом режиме формировать управляющие программы для изготовления деталей, близких по конструкции к уже запущенным в производство. Также создаются предпосылки для получения оптимальных по структуре маршрутов обработки заготовок этих деталей. Все это позволяет оптимизировать загрузку технологического оборудования, уменьшить время простоев и увеличить производительность труда, а следовательно, улучшить технико-экономические показатели производственной системы в целом.

В качестве математического аппарата для реализации функций оптимизации использовались подходы, основанные на методах поиска оптимальных решений, такие, как целочисленное программирование, линейное и динамическое программирование, задачи, связанные. с исследованием операций, теорией алгоритмов и теорией принятия решений.

Таким образом, применяя указанный математический аппарат и разработанное на его основе программное обеспечение, возможно во многих случаях разрабатывать оптимальные технологические маршруты изготовления новых деталей еще на этапе их конструкторского проектирования. Кроме того, использование сформированных баз данных позволяет осуществить интегрирование разработанной подсистемы в единую систему цифрового производства.

Выбор оптимальных игровых движков для разработки низкобюджетных независимых проектов

Казаков Т.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
timkazakov.work@yandex.ru

Рынок игровой индустрии не стоит на месте, он постоянно растет и пополняется игровым контентом различных видов и жанров. Одним из главных аспектов при создании будущего игрового комплекса является игровой движок. Большинство независимых студий-разработчиков предпочитают заимствовать игровую среду разработки, а не создавать собственную. На сегодняшний момент существует множество игровых движков, производители которых стремятся сделать разработку игр более доступной для как можно большего числа людей во всем мире, добавляя в свои наработки необходимый для разработчиков функционал, который позволит ускорить и упростить процесс создания. Поэтому использование стороннего игрового движка, позволяет сэкономить время и средства на создание игрового комплекса, что и подкупает независимого разработчика, который не готов к серьезным затратам.

Первым представителем игровых движков является среда разработки двухмерных и трехмерных игровых проектов на различные платформы Unity. В ней, помимо самого движка, присутствуют текстовый редактор, графический редактор, компилятор, отладчик и так далее. Поддерживает языки программирования C# и JavaScript.

Достоинства:

• Наличие как полноценной бесплатной подписки с небольшими ограничениями, так и платных подписок с расширенным функционалом по приемлемым ценам и условиям коммерциализации.

• Широкий выбор бесплатного и платного контента в магазине Unity Asset Store.

• Удобный интерфейс Drag&Drop и функциональный графический редактор, позволяющие рисовать и расставлять объекты в реальном времени без стороннего ПО.

• Поддержка большинства форматов импорта.

• Не требователен к техническому оснащению разработчика.

Недостатки:

• Ограниченный набор готовых инструментов, которые приходится докупать в Unity Asset Store либо разрабатывать самостоятельно.

• Изначально слабая оптимизация для создания масштабных высокодетализированных трехмерных сцен, для исправления которой требуются время и средства.

• Закрытый исходный код.

Следующим в списке идёт не менее популярный игровой движок Unreal Engine 4. Данный движок является оптимальным вариантом для студий, которые нацелены на создание трехмерных AAA-проектов или более простых, но не менее красочных двухмерных проектов. Поддерживает язык программирования C++.

Достоинства:

• Бесплатное распространение лицензии без абонентской платы, но с 5% отчислениями от продаж при условии полученной разработчиком прибыли в размере 3000$ и более за квартал.

• Работа на множестве платформ.

• Отличная оптимизация движка и постоянное совершенствование графической составляющей производителем, что позволяет создавать качественные и проработанные трехмерных AAA-проекты.

• Интегрированная система визуального скриптинга Blueprint.

• Высокий уровень технической поддержки.

• Открытый исходный код.

Недостатки:

• Необходимость иметь современное производительное техническое оборудование.

• Небольшой и дорогостоящий магазин готового контента.

• Прекращение технической поддержки неактуальных платформ.

Последним представителем является игровой движок HeroEngine, который отлично подойдет для разработчиков, планирующих создать качественный многопользовательский игровой комплекс. Поддерживает языки программирования C++ и HeroScript.

Достоинства:

• Мощный и проработанный искусственный интеллект.

• Возможность разработки игрового проекта несколькими людьми одновременно в режиме реального времени при помощи технологии HeroCloud.

• Возможность быстрого создания комплексных миссий.

• Встроенная реализация функции сбора ресурсов и создания новых игровых предметов.

• Мощные инструменты для создания игрового мира.

• Оперативная техническая поддержка.

Недостатки:

• Отсутствие бесплатной версии и высокие цены при штате сотрудников больше 15 человек.

• Неудобный интерфейс разработчика.

• Поддерживает исключительно ОС Windows.

• Необходимо большое количество времени, чтобы освоить движок, так как он имеет высокий порог вхождения.

В данной работе были рассмотрены несколько популярных и оптимальных современных игровых движков, которые в зависимости от выбранного языка программирования, концепции, технических возможностей студии и платформы будут подходить тому или иному независимому проекту. Студии, взявшей за основу концепцию игры в жанре MMORPG или просто RPG, разработчики которой готовы потратить время и средства на осваивание движка идеально подойдет HeroEngine. Команда разработчиков, которая имеет современное оборудование и концепцию создания трехмерной игры, близкой к AAA-уровню на современных платформах, может остановить свой выбор на движке Unreal Engine 4. Разработчики, которые не имеют мощного технического оснащения и не готовы дополнительно тратить время и средства на изучение и оптимизацию движка, а в концепцию которых входит несложный 2D- или 3D-проект, могут выбирать Unity не задумываясь.

Построение параметризованной комплексной модели изделия РКТ с прочностным анализом

Калитанов Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
nk94@yandex.ru

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.

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 моделей, 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 и 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;

выбрать изделие для моделирования;

моделировать изделие с соблюдением принципов параметризации;

провести прочностной анализ модели изделия;

сравнить результаты прочностного анализа с требованиями по техническому заданию.

Моделирование технического комплекса искусственного водного сооружения

Карабач М.Т.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
max875@mail.ru

Сегодня 3D-моделирование применяется для решения широкого спектра задач в различных областях, среди них общестроительные работы и работы по декоративному оформлению в ландшафтном дизайне.

В последние годы все большее значение приобретает общемировая система экологических природных ценностей. Организация живых водоемов с природной очисткой воды вместо бассейнов, для очистки которых применяются хлорсодержащие вещества, находит все больше и больше сторонников.

Проектирование и строительство водоемов с природной чистотой воды требуют от разработчиков глубоких знаний биологических процессов очистки воды. Эти процессы неразрывно связаны со множеством дополнительных систем и элементов технического комплекса искусственного водоема.

До недавнего момента работы по проектированию такого водного сооружения или не проводились вообще, ограничиваясь план-схемами и эскизными набросками, или сводили к созданию проекта по общестроительным работам. Лишь немногие организации в настоящее время стали выводить на первый план не общие конструкции водоема, а его важнейшую составляющую – технические системы жизнеобеспечения. Правда, и они делают это в основном в «ручном» режиме без применения современных технологий.

При организации 3D-моделирования технических систем жизнедеятельности водоема подлежат разработке различные системы: системы очистки поверхностного слоя водного сооружения (скиммеры), системы водоподачи и водоснабжения (насосы, водонапорная арматура, системы автоматизации), системы грубой и тонкой механической фильтрации (механические фильтры различных типов), системы аэрации и оксидации (воздушное и кислородное насыщение воды), системы биологической фильтрации (биофильтры и зоны растительной регенерации), системы обеззараживания воды и антиводорослевые комплексы (электролизеры, УЗ-очистители, озонаторы, УФ-излучатели и т.д.), коммутационные и трассировочные системы (колекторы, трубы, шланги, различные распределители и согласователи других систем), а также декоративные водные объекты (ручьи, горки, водопады и тд).

Использование 3D-моделирования в целях разработки технического комплекса искусственного водного сооружения имеет ряд преимуществ как для организации, так и для заказчика. Оно решает ряд фундаментальных задач по созданию полноценного комплекса водного сооружения, его эксплуатационных составляющих и снижению затрат на последующее обслуживание, дает возможность заказчику получить готовый проект в более короткие сроки, позволяет организации фундаментально подойти к процессу разработки, что означает: подбор необходимого числа технических элементов и их грамотное органичного размещение на водном объекте, концентрацию внимания на мельчайших деталях, что приводит к улучшению эргономики в целом, анализ на основе выполненной модели технического комплекса для получения представления о технологичности реализации, а также повышение качества проекта благодаря минимизации ошибок, как итог – демонстрацию проекта с помощью реалистичных изображений (рендера модели).

Без применения современных методов моделирования создать полнофункциональный проект живого водного сооружения, не допустив при этом непоправимых ошибок, – технически сложная, а порой и неосуществимая задача.

Разработка интегрального метода автоматического реферирования текста

Касаткина А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
alyona.kasatkina1997@yandex.ru

С развитием информационных технологий человечество накапливает всё больше информации, в том числе представленной в текстовом виде. В связи с этим появляется необходимость в создании автоматизированных средств её анализа. Для сокращения объёма обрабатываемых данных применяются методы реферирования – краткого изложения текста в письменном виде с раскрытием его основного содержания [1].

Существуют два подхода к составлению реферата [2]: экстракция – извлечение из исходного текста наиболее важных информационных блоков; абстракция – генерация реферата с порождением нового текста, содержательно обобщающий первичный документ.

Процесс осмысления реализуется путём установления логических связей между предметами на основе имеющихся знаний [3]. Данный процесс не имеет определённого алгоритма, так как обработка информации каждым человеком субъективна. Поэтому затруднительно использовать абстракцию для автоматической обработки текста. Подход на основе экстракции более реализуем, так как не требует субъективного понимания текста.

В экстракции выделяют следующие методы [2]: статистический метод, заключающийся в вычислении весов предложений с помощью суммирования весов, входящих в их состав слов; позиционный метод, опирающийся на предположение о том, что информативность предложения находится в зависимости от его позиции в тексте; индикаторный метод, основанный на идентификации фраз документа с помощью индексации их специальными словами – маркерами, индикаторами, коннекторами.

При решении задачи реферирования также используются алгоритмы расчёта веса предложения: статистический алгоритм, основанный на определении веса предложения в зависимости от весов, входящих в него ключевых слов [4], алгоритм на основе симметричного взвешивания, заключающийся в вычислении связей данного предложения с другими [5].

Для получения результатов применения описанных методов был подготовлен набор текстов на русском языке разных стилей, а также проведён опрос респондентов для формирования эталонного реферата. Эталонные рефераты – упорядоченные списки предложений, в зависимости от важности их в тексте.

Анализ полученных результатов показал следующее:

1. Наиболее эффективный метод – симметричный (63,9%), так как выбираются связанные друг с другом предложения, что позволяет достичь смысловой целостности реферата.
2. Наименее эффективный метод – позиционный (57,8%), так как он не учитывает наличие ключевых слов в предложении и эффективен только на структурированных текстах.
3. Недостаток позиционного метода – отсутствие возможности получения реферата заданного объёма, а недостаток индикаторного – большая зависимость от пользователя. Эти проблемы могут быть решены применением сочетания различных методов реферирования.
4. Применение сочетания позиционного метода со статистическим (58,2%) и симметричным (59,2%) увеличивает процент совпадений по совпадению с применением «чистого» позиционного метода (57,8%).
5. С увеличением объёма реферата увеличивается процент совпадений, что обусловлено увеличением количества ключевых слов и более полной передачей смысла текста.
6. Наиболее эффективные результаты получаются при реферировании научных текстов (67,3%), а наименее – при реферировании художественных (52,2%). В отличие от научных текстов, художественные характеризуются неоднозначностью их понимания, что отрицательно влияет на работу методов автоматического реферирования [6].

Для улучшения результатов при решении задачи автоматического реферирования текстов был разработан интегральный метод, который представляет собой комбинацию вышеописанных методов в различных сочетаниях в зависимости от характеристик текста (стиль, объем).

Использование интегрального метода позволить отбирать предложения, которые наиболее часто выделяются разными методами, что, в свою очередь, позволить получать более качественные результаты реферирования текста. Реализация сервиса с графическим интерфейсом пользователя и программным REST-интерфейсом позволит применять разработанный метод как пользователям, так и сторонним системам.

Список литературы
1. Маркушевская Л.П. Аннотирование и реферирование / Л.П. Маркушевская, Ю.А. Цапаева. СПб.: ИТМО, 2008. 51с.
2. Тарасов С. Д. Современные методы автоматического реферирования / С. Тарасов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №6. С.59-74.
3. Букатникова С. Д. Понимание текста как проблема современной лингвистики и гуманитарного познания / С. Букатникова // Молодой ученый. Казань, 2015. №6. С.799-803.
4. Лазарева О. Ю. Методы выделения ключевых слов в контексте электронных обучающих систем / О. Ю. Лазарева, М. С. Боломутова // Молодой ученый. Казань, 2016. №26. С.143-146.
5. Яцко В. А. Симметричное взвешивание терминов / В. Яцко // Международный научный журнал «Символ науки». 2015 №12. С.87-88.
6. Позняк Г. В. Психолингвистические основы реферирования как учебной деятельности / Г. В. Позняк // Факультет международных отношений БГУ: электронный сборник. Вып. II. Минск: БГУ, 2012. С. 33-38.

Макропрограммирование как основа эффективного программирования станков с ЧПУ

Каткова Е.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Москва
egerewna@mail.ru

Макропрограммирование является одним из наиболее перспективных и эффективных направлений развития параметрического программирования станков с ЧПУ. Несмотря на удобство и простоту создания макросов для различных систем ЧПУ современного оборудования, этот метод программирования еще не получил должного распространения среди большинства инженеров-программистов, занимающихся разработкой программ для станков с ЧПУ. Очевидно, это объясняется низким уровнем освещенности данного вопроса в специализированных изданиях, малым количеством практических наработок по данной тематике, находящихся в широком доступе.

Довольно часто в рутинной работе инженера-программиста возникает необходимость в написании нескольких десятков программ, которые имеют общую последовательность обработки, но отличаются друг от друга набором параметров, например, таких, как изменение радиуса, угла или количества отверстий. Для того чтобы освободить программиста от утомительного пересчета всей программы, достаточно создать макрос, который позволит оператору вводить изменяемые значения параметров с минимальными тратами сил и времени.

В данной работе речь идет о теории параметрического программирования и основах макроязыка, реализованных на примере интерактивной среды WinFlexIPS обрабатывающего центра с ЧПУ модели TRAUB TNA400.

Цель исследования:

1. Выявить особенности решения конструкторско-технологических задач при использовании основ макропрограммирования для обработки деталей на ЧПУ станках.
2. Оценить преимущества использования макропрограмм по сравнению с аналогичными переходами, выполняемыми с помощью стандартных программных циклом.
3. Установить связь между снижением трудоемкости разработки управляющей программы и созданием набора макропрограмм.

Новизна и актуальность исследования заключаются в применении нестандартных средств параметрического программирования, позволяющих на практике реализовать современный подход к разработке управляющих программ для станков с ЧПУ.

Объект исследования – особенности создания макропрограмм для станков с ЧПУ с использованием основ параметрического программирования.

Предмет исследования – создание набора макропрограмм для обработки на станках с ЧПУ на примере детали «корпус», изготавливаемой на станке с ЧПУ TRAUB TNA400.

Разработка управляющей программы по обработке детали на станке с ЧПУ TRAUB TNA400 производится при помощи языка программирования G-код в интерактивной среде WinFlexIPS. Макропрограммой (макросом) в данном случае называется часть программы, которая находится в памяти СЧПУ и содержит заданные макрокоманды. Макрос можно вызвать из созданной управляющей программы с помощью G-кода, как и стандартные циклы, также используемые в программировании. При вызове макропрограммы возможна прямая передача значений для переменных макропрограммы.

Для того чтобы создать макропрограмму, необходимо для начала определить цель создания и разработать алгоритм, который позволит корректировать поведение программы обработки в зависимости от значений указанных переменных. Для простоты создания макроса можно опираться на стандартные циклы сверления, фрезерования по контуру, нарезания резьбы и т.д., и вносить соответствующие изменения, необходимые для унификации используемых параметров. Для проверки созданной макропрограммы следует лишь подставить необходимые значения переменных и, запустив проверку алгоритма, получить «рабочую» программу станка с ЧПУ. В данной работе было реализовано создание 60 различных макросов, позволяющих значительно снизить трудоемкость разработки управляющих программ для выбранного оборудования.

Возможно, не все создаваемые макропрограммы являются бесспорно оптимальными, однако они призваны демонстрировать возможности этого метода параметрического программирования по созданию эффективных управляющих программ и станочных циклов для различных видов механической обработки.

Разработка модели для расчета горизонтального хвостового оперения самолета

Кашехлебов С.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
Vodogrei.Jack@yandex.ru

Автоматизированное проектирование занимает важно место среди информационных технологий. Умение работать со средствами САПР сейчас требуется любому инженеру. Все современные производства разрабатывают свои изделия с применением САПР. А предприятия, которые не применяют САПР или в которых их интеграция недостаточна, оказываются неконкурентоспособными как из-за больших материальных и временных затрат на проектирование, так и из-за невысокого качества проектов.

Была создана модель горизонтального хвостового оперения самолета с помощью программно-методического комплекса структурно-параметрического моделирования (ПМК СПМ), разработанного специалистами кафедры.

Исследование спецификации, устройства, технического описания, конструкции и технологии изготовления изделия "горизонтальное хвостовое оперение" позволило изучить основные характеристики моделируемого объекта. Были выделены компоненты, которые в итоге войдут в информационную структурно-параметрическую модель с интегрированным расчетом, за счет добавления параметризации модели.

На основе проведенного исследования изделия "горизонтальное хвостовое оперение", была создана комплексная параметризованная модель производственной спецификации, включающая расчет технических, ресурсных и геометрических параметров объекта. В получившейся модели возможно изменять различные входные параметры для получения оптимальной конфигурации изделия. Эти результаты позволяют получить наиболее рациональные конструктивные и функциональные характеристики.

Концепция модульной платформы для математического моделирования транспортных потоков

Кашинцев В.С., Кондратьев П.А., Пашин Т.П.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
kashintsevvs@gmail.com

В современном мире невозможно представить себе жизнь человека без автомобиля. По статистике, на территории только одной Российской Федерации насчитывают не менее 40.9 миллионов АТС (автотранспортных средств), а в западных странах и того больше. В связи с этим остро встает вопрос решения проблемы автомобильных заторов на дорогах, особенно в крупных городах.

Цель данной работы: разработать продукт, способный эффективно проводить мониторинг транспортных систем, а также оценивать уровень заторов в определенный момент времени, оптимизировать светофорное регулирование, находить и планировать оптимальный маршрут.

В настоящее время существует несколько моделирующих платформ. Одной из таких платформ является PTV Vissim [1]. Однако даже при том, что на рынке данная система наиболее популярна, она

также не лишена недостатков. Например, она платная и у нее закрытая архитектура. Наше же решение сводится к созданию открытой и широкофункциональной модульной системы, которая позволит предлагать индивидуальные решения для каждого из участников рынка.

Платформа разрабатывается с использованием кросс-платформенных языков Java и Си. Это позволяет избавить программиста от рутинных обязанностей (сборки мусора) и обеспечить необходимую производительность, за которую отвечает язык Си. Java, в свою очередь, дает удобный и знакомый многим разработчикам инструментарий для написания расширений.

Разработка функционирует, используя макроскопическую модель второго порядках[2]. В основе работы модели – уравнение движения, которое, учитывая характеристики ускорения и инертности АТС, тем самым устраняет возможность образования “ударных (шоковых) волн”, представляющих собой разрыв транспортного потока [3] или плотности трафика.

Из вышесказанного следует, что выходом из довольно сложной ситуации является использование математического моделирования.

Список литературы

1. https://en.wikipedia.org/wiki/ptv_vissim.

2. Стрельников А. В. Обзор математических методов, описывающих движения транспортных потоков // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 3-4.

3. Мокряков А. В., Селин П. С., Цурков В. И. Минимакс и восстановление по вектору в графах. М.: Физматлит, 2017. 309 с.

Web-сервер сбора, анализа и обработки информации, поступающей с датчиков, на основе платформы Arduino Uno и микрокомпьютера Raspberry Pi 3

Климанова В.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гуснин С.Ю.

МАИ, Москва

veriun@mail.ru

Проблема обеспечения одновременного контроля большого количества параметров измерения становится все более актуальной. С развитием технологий измерительных систем и появлением большого количества различных датчиков возникла необходимость в системах мониторинга, которые могут работать с разными типами датчиков, при этом не изменяя общую структуру измерительной системы. Такие системы управляют информацией, поступающей с датчиков, и тем самым могут приспосабливаться к динамически изменяющихся условиям и осуществлять контроль технически сложных объектов.

После проведения исследований систем в областях деформационного мониторинга, мониторинга состояния окружающей среды, мониторинга транспорта и IT-систем были выявлены проблемы в обеспечении одновременного мониторинга и анализа большого количества параметров, а также в изменении метода сбора этих параметров. При этом большинство систем мониторинга заточены под определённую область применения.

Была поставлена задача разработать систему мониторинга с универсальным веб-сервером контроля большого количества датчиков, которая будет обрабатывать данные и изменять алгоритмы управления датчиками на основе статистики.

В связи с этим был проведен обзор функций существующих универсальных веб-серверов мониторинга датчиков, выделены критерии оценки (контрольные границы, система оповещений, русский интерфейс и т.д.), чтобы учесть все положительные стороны этих серверов и реализовать тот функционал, который отсутствует в существующих системах мониторинга, такой функционал, как группировка датчиков и создание графической карты датчиков для сбора статистики.

Далее была рассмотрена структура реализации системы мониторинга, которая обеспечивает:

• высокую скорость передачи информации, поступающей от нескольких наборов датчиков, а также управление и обработку большого объема данных;

• хранение данных для проведения анализа в случае отказов;

• удаленный доступ к данным вне зависимости от положения системы.

Основная идея системы мониторинга заключается в объединении объектов мониторинга и предоставлении пользователям доступа к информации о графически распределенных объектах мониторинга через интерфейс Ethernet.

На основе структуры были рассмотрены технические решения данной задачи. Выбрана платформа Arduino UNO как блок сбора данных, а Raspberry Pi 3 – как универсальный web-сервер мониторинга, на котором будут проходить все необходимые вычисления.

У рассматриваемой системы много областей применения таких как: автоматизация контроля датчиков, уже установленных в доме (создание системы наподобие «умного дома»), создание бортового компьютера с анализом алгоритмов управления датчиками и со статистикой данных, поступающих с датчиков.

По результатам проведенного исследования целесообразно разработать такую систему мониторинга.

Анализ и разработка обобщенной архитектуры для web-клиента и мобильного приложения для электронного документооборота научных конференций

Ковалев А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
anton_kovalev@list.ru

В ходе разработки единой информационной системы для организации конференций с ведением документооборота исходящих заявок мы обнаружили отсутствие у нашей системы стратегии своевременного обновления информационных ресурсов. Мобильное приложение, в отличие от web-ресурса, имеет исполняемый код по обработке данных на мобильном устройстве пользователя, который время от времени устаревает и нуждается в актуализации путем обновления приложения. При этом неактуальные функции информационной системы должны поддерживаться до тех пор, пока их все еще используют предыдущие версии приложения. Кроме этого, должна быть предусмотрена и обратная совместимость структуры данных и бизнес-логики, заложенной на предыдущих версиях всей информационной системы. С каждой новой версией приложения возрастает программный код по управлению данными, расширяется их структура, что в скором времени приведет к проблеме поддержки системы.

При внедрении стратегии обновления ресурсов, во избежание вышеописанных проблем, мы сравнили современные архитектурные решения, использующиеся при проектировании мобильных приложений, проанализировали все плюсы и минусы каждой и подобрали наиболее подходящие комбинированные практики, чтобы сократить общее время разработки обновлений приложения и упростить поддержку столь масштабной системы.

Мы выделили общие REST-маршруты для web-клиента и мобильного приложения и применили стратегию версионирования api-сервисов. В качестве шаблона проектирования мобильного приложения выбрали архитектуру MVVM, которая позволяет отделить модель данных от представления и её логики. Это позволит при изменении структуры данных актуализировать её представление и обновить бизнес-логику.

Согласно спецификации JPA 2.0 (Java Persistence API) мы задаем структуру данных через Entities-объекты, которые определяются структурой базы данных, расположенной в web-приложении. Доступ к этим объектам осуществляется через DAO (Data Access Object) посредством SQL-выражений для CRUD-операций, при этом SQL-выражения на этапе компиляции валидируются препроцессором и дадут о себе знать в случае структурных, пунктуационных или логических ошибок. Бизнес-логика же описывается в сервисах мобильного приложения, где осуществляется доступ к DAO. Для доступа к web-сервисам используется Repository, где при обновлении приложения происходит инкремент версионирования REST api-сервисов. Все вышеперечисленные практики дают разработчикам системы возможность отслеживать изменения на каждом из уровней Entity-Dao-Service-Repository, и при малейшем изменений на одном из уровней приложение не даст себя скомпилировать без актуализации последующих уровней.

Мы применили комбинированные практики по организации стратегии обновления ресурсов приложения и подобрали современный ряд технологий для решения проблем, связанных с разработкой системы и её поддержкой. В результате работы мы спроектировали архитектуру приложения, удовлетворяющую требованиям информационной системы, с помощью которой можно реализовать необходимый функционал по ведению документооборота для участников конференции.

Особенности внедрения системы «1С: Университет» в образовательные учреждения

Козлова А.С., Назина В.С.
Научный руководитель — к.т.н. Ломанов А.Н.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
ann.kozz@mail.ru

В настоящее время существует потребность в автоматизации работы документооборота в вузах. Для её решения используют программы, которые позволяют автоматизировать учет, обработку, хранение и анализ информации об основных учебных процессах: поступление в вуз, обучение, деятельность учебно-методических отделов и деканатов, поддержка государственных стандартов и системы подготовки на уровне учебных планов, формирование отчетности.

вузы используют следующие подходы к автоматизации работы учебных заведений:

• Создание собственного программного обеспечения с уникальной структурой для конкретного вуза, которое имеет недостаток – сложность поддержки и обновления структуры базы, отсутствие документации о системе.

• Хранение данных в универсальных таблицах Excel, заполнить которые просто, но при большом объёме хранимых данных метод становится сложным для пользователя.

• Использование специализированных систем для высших учебных заведений, которыми являются «1С: Университет» и «1С: Университет ПРОФ», созданные на основе технологической платформы «1С: Предприятие 8.3». Данная система разработана специально для учреждений высшего профессионального образования и имеет понятный для пользователя интерфейс, в связи с чем учебные заведения все чаще приходят к решению о переходе на данную систему.

Чтобы реализовать переход к системе «1С: Университет», необходимо осуществить целостный перенос данных для дальнейшей работы. Однако, проанализировав структуру конфигуратора системы 1С, можно сделать вывод, что она имеет определенные отличительные особенности хранения данных, что может привести к трудностям переноса информации. Для преодоления этих трудностей необходимо преобразовать данные из существующего формата в тот, который требуется конфигурации 1С.

Существуют различные способы преобразования данных в формат, читаемый конфигурацией 1С. Эти способы различаются в зависимости от форматов, в которых хранятся данные, и содержимого этих данных. Рассмотрим способы, которые были реализованы в РГАТУ имени П. А. Соловьева для переноса данных в «1С: Университет».

Для загрузки в структуру 1С учебных планов существуют встроенные методы импорта [1], однако для реализации импорта необходимо, чтобы данные были в формате .plm.xml. Одним из способов преобразования данных в этот формат является написание программы для конвертирования на языке высокого уровня C#. Преобразованный файл, который соответствует всем требованиям обработки, можно загружать в базу данных. Таким образом, получается заполненный, готовый учебный план.

Чтобы осуществить загрузку учебных планов, необходимы начальные данные, которые содержатся в справочниках и документах. Импорт всех этих данных проводился из файлов формата .xls с использованием обработок [2], которые производили запись из выбранных столбцов в соответствующие справочники. После того загружается учебный план.

На следующем этапе необходимо загрузить всю информацию о физических лицах. Эта информация хранится в таблице PEOPLE системы «Деканат». IBExpert, интерфейс для работы с СУБД позволяет произвести экспорт таблицы в определенный ряд форматов, который включает в себя .xls. Осуществив этот экспорт, можно произвести загрузку данных в справочник «Физические лица» с использованием соответствующей обработки.

Список студентов формируется путем проведения соответствующих приказов о зачислении в вуз. В настоящий момент разрабатывается алгоритм обработки, которая будет загружать приказы о зачислении студентов по соответствующим направлениям.

В систему «1С: Университет ПРОФ» была импортирована следующая информация: структура университета, данные о физических лицах, учебные планы, включая дисциплины, кафедры, компетенции, график учебного процесса. После проведения всех этапов переноса данных можно осуществлять переход к новой системе, без потери существующих данных.

Список литературы

1. Инструкция по работе с 1С Университет ПРОФ и доп. материалы. [Электронный ресурс]. ¬ Электрон. текстовые дан. URL: https://help.nsu.ru/pages/viewpage.action?pageId=17171863 (дата обращения 03.02.2019).

2. Создание конфигураций 1С: создаем обработку [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. URL: https://helpme1c.ru/sozdanie-konfiguracij-1s-azy-7 (дата обращения 10.02.2019).

Принципы создания автоматизированных систем проектирования и управления технологическими процессами в условиях мелкосерийного производства

Козуренко И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Губкинский
inna.kozurenko@gmail.com

В современных условиях организация машиностроительного производства в силу объективных причин имеет тенденцию к смещению от массового и крупносерийного производства в сторону мелкосерийного и даже единичного производства. Эта тенденция определяется постоянным ростом конкуренции, с одной стороны, и ростом потребительского спроса на продукцию с индивидуальными особенностями – с другой. Это приводит к частой смене номенклатуры объектов производства при снижении их численности внутри партии.

В условиях нестабильности внешней среды в современном мелкосерийном производстве возникает необходимость перехода к многономенклатурному производству, для которого характерно изготовление вариативных групп изделий. При изменении данных групп возникает необходимость постоянного изменения технологических процессов, в соответствии с изменением конструкции. Также необходимо расширенное информационное сопровождение производственных систем, требуется четкое соблюдение сроков технологической подготовки производства, повышаются требования к методам управления производством, возникает необходимость в реконструкции производства.

Номенклатура изделий и объем нормативно-справочной информации растут в условиях повышения производительности труда. Соответствующее новой номенклатуре количество операций теперь приходится на одного рабочего, а не распределяются между несколькими. При создании автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) не предусматривался перебор большого числа вариантов распределения технологических операций по рабочим местам. Не предполагался постоянный учет динамики производственной ситуации. Применение того же самого математического аппарата оказалось неоправданным в связи с большой трудоемкостью вычислений, необходимостью искусственного уменьшения размерности задачи.

Ряд таких факторов, как отсутствие детализации операций и затрудненность уточнения времени выполнения технологических операций, усложняют внедрение АСУ ТП. Малая степень формализации технологических решений, зависимость качества работ от квалификации работника усложняют внедрение системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).

Задачи информационного сопровождения возможно решить с помощью системы проектирования технологических процессов и системы управления производством. Производственные системы, являющиеся составляющей более крупных производственных систем (ПС) и работающие под руководством автоматизированной системы управления производством (ИАСУ), могут обеспечить многономенклатурное производство, обладают высокой степенью гибкости. Такие ПС включают как многоцелевое технологическое оборудование с ЧПУ, так и универсальное.

Учитывая вышеперечисленные проблемы, можно выделить две основные группы принципов создания АСУ ТП и САПР ТП:

1. Две системы рассматриваются в отдельности.
2. Две системы рассматриваются как единое целое.

Рассмотрим их в такой же последовательности.

Принципы создания САПР ТП:

1. Сокращение времени участия человека в процессе проектирования благодаря формализации и автоматизации рутинных процессов.
2. Принцип детализации, подразумевающий детальное представление технологических процессов с точными временными затратами.
3. Принцип гибкости в проектировании технологических процессов.
4. Принцип обучения системы, возможность накопления и обобщения опыта разработок и его использования в последующей деятельности.

Принципы создания АСУ ТП:

1. Сокращение времени расчетов.
2. Учет текущего состояния, после анализа которого перераспределяются приоритеты в правилах запуска деталей.

3. Принцип обучения. После анализа ситуации вырабатывается определенный набор правил принятия решений.

Принципы, относящиеся к системам как единому целому:

1. Принцип комплексности, возможности существования двух систем как единого целого.

Данный принцип основан на том, что САПР ТП специализируется на построении последовательности действий, учете продолжительности функционирования объектов. АСУ ТП определяет начало и конец технологических операций, рабочие места технологических подразделений и учет динамики производственной ситуации.

2. Принцип общей информационной модели изделия.

Данный принцип основан на потребности в отслеживании жизненного цикла изделия и учета информации о всех типах преобразования.

Выделенные принципы позволят создать эффективную систему для повышения показателей в условиях единичного и мелкосерийного производства. Данная система предоставит возможность управления в режиме реального времени, позволит повысить качество как технологических, так и управленческих решений. При условии разработки моделей и алгоритмов функционирования каждой из подсистем как сложных иерархических решающих систем, возможна реализация системы как единого целого.

Система прав доступа в проекте BlockSet

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 выстраивание логики взаимодействия ресурса и базы данных, так называемая подстановка данных в шаблон. Обычно логика взаимодействия ресурса и БД пишется на каком-либо подходящем языке программирования. Это сложный и трудоёмкий процесс даже относительно остальных аспектов разработки динамического web-ресурса. Именно для того, чтобы упростить процесс разработки и написания этой логики, необходим проект BlockSet. Таким образом, BlockSet – это инструментарий для написания логики взаимодействия web-ресурса с БД при помощи языка BML, основанного на семантически нейтральном XML. Язык BML разработан специально для решения подобного рода задач, что делает процесс написания кода простым, а возможности обширными.

Важной частью вышеописанного процесса взаимодействия является разграничение прав доступа. Необходимо организовать систему таким образом, чтобы для каждого пользователя, от которого приходит http-запрос, чётко определялись права взаимодействия с той или иной информацией в БД. Для достижения этой цели в проекте BlockSet была разработана система Permission. Каждой ячейке информации в базе данных сопоставляется набор прав её использования теми или иными пользователями. Сами разрешения имеют формат CRUD, то есть для каждого субъекта определяется, может ли он создавать, читать, изменять или удалять данные кортежа или ячейки. Также можно разделять пользователей между группами, а права выдавать не пользователям непосредственно, а через группы. Это сильно упрощает процесс разграничения прав. Помимо статических групп, в которые можно добавлять или из которых можно удалять пользователей, существуют ещё динамические группы: creator и owner. Первая позволяет задать отдельные права для пользователя, инициировавшего создание ячейки, что важно, например, в случае, когда мы хотим позволить редактирование и удаление поста только пользователю, создавшему его. Вторая же преследует более интересные цели. Она реализует возможность создания такой абстрактной сущности, как страничка пользователя, то есть некоторый раздел web-ресурса, в котором у одного пользователя существуют некоторые привилегии в правах. Это легко иллюстрируется продолжением описанной выше ситуации. Предположим, что пользователь разместил пост на страничке другого пользователя. В таком случае второму также необходимо выдать права на удаление поста, но не на его редактирование.

Таким образом, созданная система Permission является простой, гибкой и удобной, что соответствует основным принципам проекта: гибкость и низкий порог вхождения.

Программный комплекс генерации ландшафтов и транспортных сетей

Кондратьев П.А., Кашинцев В.С., Пашин Т.П.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
pavelgeme2@gmail.com

С острой проблемой транспорта мы сталкиваемся повсеместно: автодорожные развязки, железнодорожные пути, воздушные магистрали. Процесс согласования и разработки таких сетей требует огромного количества человеко-часов и денежных затрат. Нельзя просто соединить две точки на карте, важно еще и учитывать возможность такого строительства. Сколько ресурсов и денежных средств потребуется для постройки? Какая пропускная способность необходима? На эти и многие другие вопросы не так уж и просто ответить. Но можно ли автоматизировать данный процесс? Да, и одним из таких инструментов является PoDiGG. Она способна просчитывать развязки и находить кратчайшие пути, но при этом обладает большим недостатком – она не универсальная. Под универсальностью понимается возможность настроить продукт под любые условия. PoDiGG была разработана для работы с автомобильными развязками и не имеет представления об окружающей местности как таковой. Наше же решение сводится к разработке модульного продукта, способного, в зависимости от поставленной задачи, адаптироваться к конкретным условиям. В базовой поставке имеется только ядро, объединяющее расширения. Расширение представляет собой задачу, которая, получая на вход данные от ядра и других задач, может корректировать расчеты и влиять на конечный результат. Система разрабатывалась максимально распределенной. Все, от генераторов ландшафтов до моделей дорог и их генераторов, является самостоятельным узлом. В отличие от аналогов, этот вариант позволяет учитывать и дополнять различные факторы при построении развязок (автомобильных, железнодорожных, воздушных и других). Такими факторами могут являться погодные условия (территория с повышенной вероятностью затопления в сезон муссонов), тип грунта (строить дороги на болотах значительно сложнее и дороже, чем на твердой почве) и другие. В результате, в зависимости от заданных параметров и требуемых условий, система находит наиболее оптимальное решение.

Таким образом, решив главную проблему существующих продуктов – модульность – получаем универсальную систему, которую легко адаптировать и, при необходимости, расширить для конкретного заказчика, систему, способную работать где угодно и экономящую огромные средства при проектировании.

Создание мобильного портала учебной литературы для IT-специальностей

Коньюков М.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Чумакова Е.В.
МАИ, Москва
konyukov1997@inbox.ru

Современные мобильные книжные ресурсы содержат огромное число различной литературы, в основном развлекательной, среди которой достаточно трудно найти специализированные учебники для студентов IT-специальностей. Специализированный книжный ресурс для IT-сферы может помочь студентам не терять много времени на поиск нужной и актуальной информации. При этом мобильный клиент этого сервиса может предоставлять нужную информацию в любом месте, чтобы не прерывать обучение, например во время поездок или болезни. Все это даст студентам возможность быстрее усвоить учебный материал, и тем самым повысить свою грамотность и конкурентоспособность. Реализация узко специализированной библиотеки для IT-специальностей с возможностью мобильного доступа должна помочь не только получить доступ к конкретной учебной литературе, но и сориентироваться в постоянно увеличивающемся количестве источников «знаний» и их содержимом.

Активно развивающиеся технологии, растущая скорость технического прогресса позволяют решить эту задачу локально для студентов конкретной специальности, а в перспективе интегрироваться в систему электронного обучения вуза.

Портал учебной литературы разрабатывался с использованием современных технологических решений, он включает в себя базу данных, web-сервер, сайт и android-приложение. База данных реализована на MS SQL Server. Web-сервер реализован на Django-Framework и разделяет пользователей на администраторов, пользователей с возможностью добавления материалов и пользователей, которым доступно только чтение. Взаимодействие мобильного приложения с

сервером предоставляется по средствам REST. Также используется технология ORM для обращения к базе данных. Мобильное android-приложение написано на Java. Оно позволяет просматривать учебные материалы и проходить тесты для проверки прочитанной информации. Мобильное приложение поддерживает устройства начиная с версии 5.1 «Lollipop». Сайт реализован для добавления, изменения и удаления материалов с сервера. Сайт использует css-framework Bootstrap для оформления. Предоставляется возможность добавления учебных материалов в формате html по средствам загрузки файлов или использования встроенного редактора CKeditor 4, позволяет создать тесты с выбором ответа для проверки усвоенных знаний. Добавленная литература автоматически разделяется на главы для лучшей навигации по учебному материалу.

Исследование возможности автоматизация горизонтального масштабирования Pod в Kubernetes кластере без использования horizontal pod autoscaler

Коструле в И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
kostrulevEM933@mail.ru

При эксплуатации современного микросервисного приложения используются две методики масштабирования: горизонтальное и вертикальное масштабирование. Вертикальное масштабирование представляет собой увеличение количества ресурсов под каждую конкретную реплику микросервиса. Горизонтальное масштабирование представляет собой увеличение количества реплик каждого микросервиса внутри кластера. Оба подхода имеют свои плюсы и минусы и не подходят для разных приложений. Но выполняется это либо вручную, либо с помощью встроенного в Kubernetes horizontal pod autoscaler, что реже, так как в данном случае необходимо учитывать множество нюансов и писать логику на языке, понятном Kubernetes-цу, а не на том, на котором написан проект.

Для понимания устройства Kubernetes и терминологии поясню некоторые термины:

Pod – группа контейнеров запускаемая как единое целое и имеющая общие разделы.

Kubernetes кластер – автономное архитектурное решение, включающее в себя набор pod с рабочими микросервисами, управляющих pod и внешних элементов или модулей самого Kubernetes для обеспечения автономной и бесперебойной работы множества сервисов внутри кластера.

В рамках исследования эксплуатируемой системы Kubernetes было выявлено, что большинство кластеров масштабируются исключительно вручную, так как это удобнее и быстрее, чем поднимать и настраивать автоматический автоскейлер, и при этом не быть защищенным от ошибок его работы.

Чтобы упростить масштабирование и уйти от встроенного автоматического автосейлера было предложено рассмотреть возможность перехода к горизонтальному масштабированию микросервисов. Оно должно производиться с помощью прямого обращения к Kubernetes API от микросервисов. Обращение будет отправляться на основе коллективного решения pod о том, что необходимо добавить еще одну реплику pod или потушить реплику, так как нагрузка слишком мала.

Основное взаимодействие может быть описано таким образом:

1. Каждому поднимаемому в кластере микросервису присвается уникальный id pod и id микросервиса. Id микросервиса уникален для каждого типа микросервиса и одинаков для каждой реплики микросервиса.

2. В каждый сервис внедряется небольшой handler, который слушает внутреннюю сеть Kubernete кластера и ловит все широковещательные пакеты. Как только обнаруживается новая реплика микросервиса с таким же id, как и у текущей реплики микросервиса, он связывается с ней по внутренней сети и обменивается уникальными адресами. Каждый pod держит в памяти уникальные id каждого Pod с аналогичным сервисом.

3. Каждый pod, прежде чем отправлять метрики на внешнее хранилище метрик, просматривает раз в определенное время заданные разработчиком метрики. Это как правило будут системные метрики о состоянии pod, такие, как CPU usage. Или это могут быть метрики, связанные с запросами к микросервису, но их придется запоминать и интерпретировать, а это дополнительные ресурсы.

4. Если метрики начинают превосходить определенные пороги, то производится опрос остальных сервисов, как у них обстоят дела с метриками. Если у них все гораздо лучше, то подается сигнал о снятии части нагрузки с данного pod на другие pod на балансировщик Kubernetes. Если же остальные pod тоже загружены, то проводится голосование и один из pod (master pod) принимает решение о количестве необходимых дополнительных pod. И он делает запрос на API для подъема новых реплик микросервиса.

Представленный метод имеет свои преимущества для разработчиков и не сильно перегружает логику микросервиса, и имеет смысл создать небольшой набор инструментов для внедрения в Kubernetes кластеры микросервисов которые будут взаимодействовать между собой и производить горизонтальное масштабирование реплик микросервисов.

Список литературы

1.Horizontal Pod Autoscaler Walkthrough / Официальная документация Kubernetes на английском языке. Взято из интернет-ресурса: https://kubernetes.io/docs/tasks/run-application/horizontal-pod-autoscale-walkthrough/

2.Основы Kubernetes – Хренников Александр/ DevOps от 21 мая 2015. Взято из интернет-ресурса: https://habr.com/ru/post/258443/

3.Kubernetes в Avito – Евгений Ольков /DevOps-инженер, Avito от 22 марта 2017. Взято из интернет-источника: https://www.youtube.com/watch?v=h3EnLNgMoTY

Разработка программных модулей в составе многофункционального комплекса теплового проектирования электронных систем

Кошкин С.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Мадера А.Г.

МАИ, Москва

don.kell@mail.ru

В современном мире все чаще мы используем электронные системы (ЭС). Но для того чтобы они действительно упрощали нам жизнь, а не усложняли её, важно правильно сконструировать ЭС. Одним из ключевых параметров стабильности работы ЭС является правильное прогнозирование температурного поведения ЭС и грамотный расчет средств теплоотведения. Решение данной проблемы особенно актуально при создании высоконадежных ЭС, предназначенных для эксплуатации в экстремальных условиях окружающей среды, при тепловых, механических, химических, радиационных и космических воздействиях.

На данный момент уже существуют программы, способные рассчитывать температуры в ЭС, но у них есть ряд недостатков, таких, как отсутствие отечественной электронной компонентной базы и закрытые от глаз методы расчета, что не позволяет рекомендовать их к применению в практике теплового проектирования ЭС. Это делает данную разработку еще более актуальной, наряду с решением проблемы импортозамещения.

Проектируемый программный комплекс предназначен для проведения всестороннего математического и компьютерного моделирования тепловых процессов и температурных распределений в ЭС с конструкцией любой сложности. Он должен:

• Предоставлять пользователю удобный и интуитивно понятный интерфейс для задания начальных данных и инструменты анализа результатов моделирования.

• Контролировать корректность задания пользователем исходных данных.

• Сохранять и загружать исходные и рассчитанные данные в едином формате.

• Рассчитывать интервально-стохастические и детерминированные параметры тепловых режимов ЭС, учитывая влияние тепловой обратной связи.

• Эффективно использовать ресурсы компьютера для скорейшей выдачи результатов моделирования.

• Предоставлять интерфейс для внесения любого нового электронного компонента, которого нет в программе.

Результатом будет отечественный многофункциональный программный комплекс теплового проектирования электронных систем с открытыми расчетными моделями, с которыми любой сможет ознакомиться и убедиться в правильности расчетов; и с гибкой электронно-компонентной базой, в которую любой пользователь сможет добавить свой компонент для расчета.

Разработка системы подбора наиболее предпочтительных изображений товара для клиента

Крылов А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
krlv.alxndr@gmail.com

В сфере продаж важно заинтересовать потенциального клиента продуктами, находящимися в наличии. При этом следует учитывать персональные предпочтения клиента. Большую часть информации о товаре или услуге человек получает через зрительное восприятие, поэтому так важно подбирать правильные изображения, иллюстрирующие или показывающие продукт [1]. Если же в наличии имеется более одного наименования, то можно ранжировать весь список продуктов, основываясь на потенциальной предпочтительности их для данного клиента. Подбирать вручную подобные изображения для каждого из клиентов – слишком трудоемкая задача, поэтому требуется система, которая смогла бы в автоматическом режиме оценивать перспективность изображения товара для клиента и ранжировать товары соответственно [2].

В рамках данной работы была создана подобная система, основывающаяся на предыдущих заказах всех клиентов, а также на персональных предпочтениях конкретного клиента. В основе данной системы лежит обученная сверточная нейронная сеть, позволяющая обрабатывать и сортировать изображения [3].

Обучение сети на всем массиве заказов пользователей, их последовательности, изображениях товаров, вошедших в заказ позволило обучить нейронную сеть на базовом уровне. Также для обучения сети использовалась информация о работе клиента с каталогом: страницы каких товаров просматривались, параметры поисковых запросов, показатели конверсии на каждом из этапов формирования заказа.

Созданная система была интегрирована в общую систему рекомендаций на сайте компании. Информация о приоритетности изображений объединяется с уже существующими данными о проценте выкупов заказа, качестве товара, надежности поставщиков.

После интеграции системы было проведено тестирование ее эффективности для разных настроек интенсивности коррекции. Тестирование проводилось методом AB-тестов, в рамках которых для части клиентов использовался старый алгоритм, а для другой части учитывать предпочтительные изображения [4]. Путем данных тестов была установлена интенсивность коррекции, наиболее сильно увеличивающая показатели продаж и конверсии.

Список литературы

1. Аббасов И.Б. Визуальное восприятие. М.: ДМК Пресс, 2016. 136 с.
2. Ашманов И.С. Иванов А.А. Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах. СПб.: Питер, 2013. 464 с.
3. Галушкин А.И. Нейронные сети: Основы теории. М.: Горячая Линия – Телеком, 2012. 496 с.
4. Lukas Mathis. A/B Testing Designed for Use. Pragmatic Bookshelf, 2011. 344 с.

Адаптивный алгоритм выделения именованных сущностей из текстов на русском языке

Кузьмина А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
nitonok@gmail.com

Важной подзадачей обработки текстов и извлечения информации из них является извлечение именованных сущностей. 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]. Инструмент позволяет выделять сущности классов «Личность», «Организация», «Местоположение» и «Другое».

В процессе обработки возникают ситуации, когда именованная сущность находится одновременно в нескольких словарях, поэтому системе сложно однозначно определить ее класс. Такие ситуации были названы коллизиями. Для их устранения был разработан инструмент просмотра результатов и

разрешения коллизий, 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.

Накопление статистики по спорным сущностям в базе коллизий и ее последующее использование позволят повысить точность выделения именованных сущностей и реализовать адаптивный алгоритм, включающий следующие этапы:

1. Подготовка данных для проверки.

Текст разбивается на массив лексем, знаки пунктуации остаются в составе проверяемых лексем.

2. Отбор лексем, наиболее вероятно являющихся именованными сущностями.

Производится пошаговая проверка всех элементов массива лексем.

2.1. Отбор лексем

Производится по следующим признакам:

• Лексема начинается с буквы верхнего регистра.

• В лексеме присутствуют символы-цифры.

• Лексема обрамлена кавычками.

Соседние выбранные лексемы объединяются в одно словосочетание.

2.2. Анализ слов-соседей выбранных лексем

С помощью библиотеки морфологического анализа JMorfSDK [3] анализируются слова-соседи отобранных кандидатов в именованные сущности.

3. Проверка по словарям, базе данных и дополнительный анализ морфологических характеристик слов.

Производится последовательность проверок по различным словарям в определённом порядке, выделяются из сформированных словосочетаний именованные сущности, независимо от их грамматической формы.

Сущности разбиваются на следующие классы: «Личность», «Организация», «Местоположение» и «Другое».

3.1. Работа со спорными сущностями

3.1.1. Спорная сущность, найденная в базе коллизий

В случае, если сущность определена как спорная, производится ее поиск в базе данных коллизий. Если сущность найдена в базе данных коллизий, то на основе коэффициентов, хранящихся в базе, автоматически определяется ее принадлежность классу с наибольшим коэффициентом. Коэффициент класса рассчитывается как отношение количества всех хранящихся в базе разрешений сущности к данному классу к общему количеству хранящихся в базе разрешений сущности.

3.1.2. Спорная сущность, не найденная в базе коллизий

Если спорная сущность не найдена в базе данных, то производится дополнительный морфологический анализ слов-соседей и определение связанности, на основании чего делается вывод возможно ли однозначно отнести сущность к какому-либо классу. Если класс не был определен, то сущность определяется как спорная, и добавляется в базу коллизий.

3.2. Работа с сущностями, определенными неверно

Если последующий анализ результатов выявил, что сущность или ее класс определены неверно, то система позволяет пользователю с помощью инструмента просмотра результатов и разрешения коллизий вручную указать конкретный правильный класс сущности.

Применение описанного адаптивного алгоритма выделения именованных сущностей и исследование связей между сущностями и их соседями позволит повысить точность выделения именованных сущностей из текстов на русском языке. Разработанный инструмент представлен в виде Java-библиотеки и системы для обучения алгоритма и разрешения коллизий. Инструмент может использоваться при решении любых задач обработки текстов на русском языке.

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. Поречный А.С. JMorfSDK [Электронный ресурс]: библиотека морфологического анализа. – Режим доступа: https://github.com/jalexpr/JMorfSDK

Проектирование приложения для изучения фразовых глаголов английского языка

Кузьмина М.Г.
Научный руководитель — Лебедева М.В.
МАИ, Москва
mile.kuzmina@gmail.com

В современном обществе считается нормой иметь мобильное устройство. Этот факт оказал серьезное влияние на индустрию разработки программного обеспечения. Последние несколько десятилетий многочисленные исследования сообщают об использовании мобильных устройств для формирования языковых навыков. Погружение ученика в предмет изучения является решающим фактором для успешного овладения иностранным языком. Одним из методов изучения новых слов является обучение на основе гипотезы входного материала.

Важным аспектом является решение задачи оптимизации приложения для разных платформ, обеспечение удобства как для пользователей, так и для разработчиков обучающих систем. Таким образом, было принято решение использовать веб-технологии: написано PWA-приложение, оптимизирующее работу сайта на мобильных устройствах. В последнее время количество скачивания нативных мобильных приложений мало, поэтому веб-приложение, не требующее установки обновлений и обладающее многими преимуществами, привычными для пользователей мобильных приложений, является оптимальным вариантом. Это позволяет облегчить доступ пользователя к тем же обучающим материалам с компьютера: студенту достаточно иметь браузер на любом из своих устройств.

Функционал приложения делится на две части: базу знаний и специализированные тесты.

В первой части представлены фразовые глаголы с контекстом, понятны на бытовом общечеловеческом уровне. Такой подход позволяет студенту самостоятельно определять смысл слов и высказываний без наличия перевода.

Вторая часть приложения представляет собой тесты по методу Лейтнера, совмещенному с выбором верного ответа из нескольких предложенных вариантов. Особенность такого способа обучения заключается в интервальном повторении, однако система сама определяет, насколько хорошо усвоены выбранные глаголы. На основе результатов тестов выстроена таблица рекордов, собирается статистика. Это позволяет игрофицировать процесс обучения.

Процесс отбора данных является отдельной задачей, требующей формирования объемной базы знаний. Для оптимизации качества и скорости наполнения такой базы были использованы рекуррентные искусственные нейронные сети (RNN). Сеть обучалась на выборке отрывков из произведений художественной и технической литературы. В результате, был построен алгоритм подбора примеров из случайно выбранного текста, пока требующий финального подтверждения соответствия человеком.

Результат работы представляет собой приложение для изучения иностранного языка, способное к интеграции с другими обучающими платформами и дальнейшему пополнению своего функционала. В основу взяты знания о существующих решениях и сделана попытка дополнить и улучшить их.

Список литературы

1. Google, Progressive web applications. URL: https://developers.google.com/web/progressive-web-apps/
2. Benson P., Teaching and Researching: Autonomy in Language Learning 2nd Edition, Taylor&Francis. 2011.
3. Tomiyama T., Design methodologies: Industrial and educational, CIRP Annals – Manufacturing Technology 58 2009, URL: https://doi.org/10.1016/j.cirp.2009.09.003

Моделирование двухкоординатной РЛС кругового обзора

Лазарев Е.А., Волчкова Д.С., Сотников А.В.
Научный руководитель — Краус Д.Г.
УлГТУ, Ульяновск
ea.lazarev@mail.ru

Радиолокационные станции (РЛС) широко применяются, в частности в военной технике, для картографирования поверхности Земли, топографии и т. д.

Эффективность и качество решения технических задач с использованием радиолокационной техники напрямую зависят не только от качественных, но и от количественных характеристик радиолокационной станции. При улучшении характеристик радиолокационных станций необходимо провести предварительное моделирование новой системы. Улучшения можно добиться путем

изменения технических параметров, таких, как вид и параметры модуляции излучаемых колебаний, диаграммы направленности антенных устройств (ДНА) и т. д.

Для моделирования бортовых РЛС применяют различные методы и средства. Моделирование процессов является начальным шагом многостадийного процесса проектирования, создания, эксплуатации и модернизации информационных систем. Моделирование системы позволяет оценить ее эффективность на ранних этапах проектирования [1].

В данной работе было проведено исследование влияния коэффициента отражения от земной поверхности и высоты антенны над уровнем земли на ДНА РЛС при различных углах наклона и ширине луча. Проведено также моделирование радиопередающей системы в целом.

В результате исследования было выявлено, что при ширине луча ДНА порядка 17-37 градусов и при угле меньше 20 градусов наблюдаются изрезы ДНА, а при меньших углах искажается главный лепесток ДНА.

Для моделирования передатчика для радиолокационной станции прежде всего необходимо знать, на какую дальность нужно обеспечить передачу сигнала и в каких условиях она происходит [2]. Модель строилась исходя из условий: обеспечение дальности в 18 км, среда распространение — свободное пространство.

Для создания модели была выбрана среда Matlab Simulink, т.к. возможности моделирования полностью удовлетворяли нашим задачам. После создания модели было установлено, что для обеспечения дальности в 18 км необходимо мощность передатчика порядка 10 кВт и коэффициент усиления антенны 20 при длительности импульса 5 мкс и длине волны порядка 10 см.

Созданная модель позволяет оценить ожидаемые параметры передатчика и РЛС в целом, а также влияние земли на диаграмму направленности антенны.

Список литературы

1. Моделирование процессов и данных с использованием CASE-технологий: учебное пособие / А.Ф. Похилько, И.В. Горбачев, С.В. Рябов. – Ульяновск: УлГТУ, 2014. – 163 с. – Режим доступа: http://venec.ulstu.ru/lib/go.php?id=6082

2. Математическое моделирование радиотехнических систем: учеб. пособие / А.А. Монаков. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 148 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book /76276. – Загл. с экрана.

Применение инструмента Airflow при построении платформы тестирования кода

Лакштовский И.А., Тартачная Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
ilakshtovskiy@mail.ru

В области разработки и планирования ETL-процессов набор open-source библиотек Apache Airflow играет важную роль. Удобство создания задач разного плана предоставляют две основные сущности Airflow – DAG (направленный ациклический граф) и Operator. Обе сущности в конкретной реализации можно считать объектом. Первый объект (DAG) фактически определяет "то, как делать" – последовательность действий, среди которых могут быть все составляющие ETL-получение, обработка и загрузка данных. Внутри DAG определяются следующие важные характеристики: стартовая дата, интервал вызова (запуска задач) и сами операторы. Экземпляр сущности оператор представляет собой какие-то конкретные действия, происходящие во время выполнения задачи. На github проекта выложено уже много различных операторов, но для разработки собственных инструментов можно создавать свои операторы. Полезная особенность операторов – возможность выстраивать порядок выполнения.

Описанные основные концепты позволяют разработать менеджер по тестированию кода. Главные архитектурные части Airflow – webserver, обеспечивающий удобный вид на веб-странице и управление, и scheduler – сам планировщик, благодаря которому DAG отрабатывают задачи в определённое время. Оба этих компонента можно использовать и для тестирования: webserver – для ручного запуска DAG, в которых определены задачи динамического тестирования, требующие предварительной настройки человеком (полуавтоматизированное тестирование), а планировщик (scheduler) может быть запущен для автоматического прогона задач по статическому или структурному тестированию, где заранее определённые задачи по вручную написанным операторам выполняют какой-то не меняющийся со временем процесс, например, грамматическую и лексическую проверку поданного кода на соответствие правилам выбранного языка.

Согласно модели ETL один DAG для статического тестирования может представлять следующий набор задач (шагов): получить из различных источников данные – строчки кода. Это может быть какая-нибудь база данных, куда менеджер тестирования постоянно заливает соответствующие тексты программ. Затем, получив грамматику целевого языка (или внутреннего языка платформы тестирования, в таком случае необходимо добавить и его грамматику), надо провести сравнение конструкций или интерпретацию. Оператор выхода должен вернуть неправильные грамматики. Этот выход можно передавать в какое-то хранилище, представлять в виде логов или исправлять автоматически.

Результат работы второго шага можно использовать для других техник тестирования. Переведённый на внутренний язык платформы код можно запускать для вызова в отдельной task с какими-то данными, например граничными для проведения функционального тестирования. А для архитектурного тестирования можно проводить дальнейшие проверки потоков данных, циклов и т.д.

В Airflow с помощью DAG легко организовать автотестирование как unit-, так и потока данных. В итоге менеджер тестирования может тестировать сам себя.

«intra-cloud Lightning» – распределённая система тестирования веб-приложений

Лелицак В.
Научный руководитель — Молчанова С.И.
МАИ, Москва
lixcode@vivaldi.net

На сегодняшний день достаточно большое количество ИТ-проектов имеют широкий функционал, реализованный в виде веб-приложений, в том числе и тестирование. Как показывает опыт, автоматическими тестами перекрывается примерно всего лишь 1/3 функционала проекта, полный прогон тестов занимает более 8 часов, при таких темпах для полноценного тестирования потребуется примерно 24 часа. При этом в процессе тестирования выясняется, что до 20% тестов не могут быть выполнены из-за ошибок в самом тесте. Также корректировка тестов требуется в случае модификации программного продукта. В связи с этим огромное количество времени тратится на исправление существующих тестов и его совсем не хватает для написания новых тестов, необходимых для полного покрытия функционала проекта.

Для полного прогона теста необходимо примерно две минуты. Для проверки выдачи тестом исключения в конкретной строчке необходимо потратить значительное время. После анализа ситуации с тестированием на сегодняшний день, возникла идея разработать новый подход к созданию автотестов в целом, тогда и родилась философия icL (intra-cloud Linghtning).

Согласно философии icL должна присутствовать возможность убедиться в работоспособности автотеста без его полноценного выполнения. Для создания такой возможности был разработан целый ряд технологий и средств:

- IcL FlyTime — гибридный анализ кода;
- IcL CE — контекстуальный командный процессор;
- IcL VMS — технология хранения и распределения данных;
- IcL ALive — технология восстановлений работоспособности командного процессора после любых сбоев;
- IcL FlyProgramming — программирование на лету второго поколения.

Главным нововведением является технология icL Share. Она используется для полной автоматизации процесса распределения нагрузки и параллельного выполнения автотестов. При существующей технологической цепочке прохождения тестов они выполняются последовательно, но при этом каждый тест является независимым. Распределив же нагрузку на n потоков, возможно уменьшить время тестирования в n раз. icL предлагает максимально простую и удобную масштабируемость: новые компьютеры могут быть добавлены в процессе тестирования, а также при необходимости узел может быть устранён без прерывания процесса, внезапное отключение узла от сети для icL не помеха. Такая гибкость достигается за счёт чёткого разделения полномочий и обязанностей. Система состоит из двух отделов: отдел тестирования (компьютеры) и отдел управления (обслуживающий персонал), их связывает узел обслуживания.

Обслуживание реализует программа, обслуживающая отдел тестирования и отдел управления. Отделу тестирования предоставляется сервис обновления сценариев тестирования. Отделу управления предоставляется сервис тестирования и хранения сценариев тестирования.

Задача сотрудников отдела управления – писать и модифицировать тесты. Менеджер руководит процессом. Также предусмотрен гостевой доступ, который может пригодиться работникам системы, нуждающимся в услуге тестирования.

Обзор способов представления древовидных структур в базах данных

Леонов А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Падерно П.И.
СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург
anton.leonov18@gmail.com

Существует огромное количество задач, данные в которых описываются в виде древовидных структур. Например, при работе с документами структура параграфов на различных уровнях описывается в виде дерева, пользовательские интерфейсы представляются в виде FODA-деревьев [1]. Следовательно, возникает потребность в хранении таких форматов данных, а также в проведении базовых операций с ними (добавление, удаление, перемещение, модификация узлов дерева, поиск и перемещение поддеревьев).

Анализ существующей литературы показал, что методы хранения древовидных структур условно можно разделить на два вида по типу баз данных, в которых структура будет использоваться. В реляционных базах данных выделяется 8 различных способов представления деревьев: closure table [2]; adjacency list [2]; nested sets [3]; path enumeration (materialized path) [4]; nested intervals [5]; flat table [6]; multiple linage columns [4]; tree as JSON [7].

Каждый из этих способов по-разному определяет сложность основных операций для древовидной структуры. Например, flat table целесообразно использовать для работы с комментариями, которые могут иметь свои ветви ответов, за счет быстрых и простых операций вставки, удаления и поддержания сортировки. В свою очередь adjacency list прост в реализации, но получение поддерева иерархии является нетривиальной операцией. Nested sets в отличие от adjacency list умеет эффективно получать поддерево, однако остальные операции с ним сложны. Расширением nested sets является nested intervals, использующий числа для выделения интервалов и сопоставления узлов дерева, что позволяет эффективно выполнять операции вставки, удаления и перемещения. Path enumeration также прост в реализации, но большим недостатком является отсутствие целостности данных, что может привести к неконсистентному состоянию хранилища. Multiple linage columns позволяет быстро выполнять вставку, удаление и перемещение листовых элементов дерева (для узлов с потомками данные операции неэффективны), но этот метод обладает ограниченной глубиной (ограничение накладывается на количество колонок в таблице в базе данных). Closure table является одним из наиболее распространенных способов хранения деревьев, но это достигается за счет использования двух таблиц в базе данных и избыточного хранения связей между узлами дерева. Наиболее простым способом хранения является JSON-поле, которое можно обновлять полностью при каких-либо модификациях дерева (отрицательно сказывается на производительности системы).

В нереляционных базах данных выделяют 2 основных подхода: документо-ориентированный и графовый [8].

Документоориентированный подход основан на использовании NoSQL баз данных, которые хранят всю древовидную структуру объекта в виде одного документа с возможностью динамического изменения структуры (MongoDB, CouchDB). В таких базах данных описания схемы таблиц не требуется. Такой подход эффективно выполняет операции вставки, удаления, перемещения и модификации узлов дерева, однако требует значительных временных затрат при работе с поддеревьями [9]. В свою очередь, графовый подход хорошо подходит для хранения большого количества связанных между собой узлов (например, Neo4j). Для выполнения основных операций используется собственный язык запросов. Графовая база данных эффективно выполняет базовые операции на больших объемах данных, однако занимает гораздо больше дискового пространства. Следовательно, для небольших объемов данных использовать графовый подход не имеет смысла.

В результате проведенной работы был выполнен обзор существующих методов хранения и модификации древовидных структур данных, выявлены их основные достоинства и недостатки, определен спектр задач, для которых подходит тот или иной способ хранения.

Список литературы

1. Леонов А.В. Алгоритм преобразования FODA-дерева пользовательского интерфейса // Гагаринские чтения – 2017: XLIII Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2017. С. 760.

2. Драндин И. Хранение иерархических структур. Симбиоз «Closure Table» и «Adjacency List». URL: https://habr.com/ru/post/263629/

3. Hazel D. Using rational numbers to key nested sets // CoRR. 2008. URL: https://arxiv.org/pdf/0806.3115.pdf

4. Стадник М. Иерархические структуры данных и производительность. URL: https://habr.com/ru/post/47280/

5. Tropashko V. Nested intervals tree encoding in SQL // SIGMOD Record. 2005. Т 34. № 2. С. 47 – 52.

6. Fling K. Four Ways To Work With Hierarchical Data. 2000. URL: https://evolt.org/node/4047

7. JSON types. [Официальная документация PostgreSQL] URL: https://www.postgresql.org/docs/10/datatype-json.html

8. Робинсон Я., Вебер Д., Эифрем Э. Графовые базы данных. Новые возможности для работы со связанными данными. ДМК Пресс, 2015. 258 с.

9. Хранение деревьев в MongoDB. Материал из Национальной библиотеки им. Н. Э. Баумана. URL: https://ru.bmstu.wiki/Хранение_деревьев_в_MongoDB

Облачное хранилище и их безопасность

Либаров В.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Терновский В.В.
МАИ, Москва
libarov.v@gmail.com

Большие объемы информации не всегда удобно сохранять на личном компьютер, в особенности если может появиться необходимость их использования вдали от личного компьютера. Чтобы решить данную проблему, нужно воспользоваться облаком для хранения данных. На первый взгляд, всё очевидно: загружаешь собственные данные в облако и получаешь к ним допуск с любого ПК подключённого к Интернету. Однако мгновенно возникает вопрос: а только ли хозяин данной информации может получить к ним доступ? Вероятно, и злоумышленникам не составит труда проникнуть в ваше облачное хранилище.

Плюсы:

Мобильность. У вас появляется возможность получить свои данные из любой точки мира.

Экономичность. Уменьшение расходов. Пользователю не нужно покупать дорогостоящие компьютеры с большой вычислительной мощностью.

Арендность. Пользователь приобретает нужный комплект услуг только лишь в тот момент, когда это ему необходимо, и платит, непосредственно, только за количество приобретенного функционала.

Основные проблема – в безопасности. Этот вопрос является ключевых при работе с облаком, в особенности при взаимоотношениях секретных и частных данных. Злоумышленники имеют массу способов и возможностей получить ваши личные данные. Это может быть перехват при передаче ваших данных на сервер или взлом самого сервера хранения. Поэтому к выбору сервиса хранения нужно подходить с особой тщательностью.

Таким образом, имеются определённые недостатки, однако есть и преимущества. Пользоваться ли облаками – это личный выбор каждого. Компания, занимающиеся предоставлением данных сервисов, будут, несомненно, стремиться к повышению безопасности своих сервисов.

Разработка аналитического программного комплекса для автоматизации прогнозирования временных рядов с использованием нейросетевых технологий

Лоскутов Д.И.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
dima1997l@rambler.ru

Словосочетание “нейронные сети” уже более 30 лет вызывают интерес ученых и исследователей со всего мира. Данная технология предоставляет возможность организовать свои структурные компоненты (нейроны) так, чтобы они могли выполнять конкретные задачи (такие, как распознавание образов, обработка сигналов органов чувств, моторные функции, прогнозирование данных)

В данной работе нейронные сети используются для анализа данных интегрального риска предприятия. С помощью спрогнозированных показаний временного ряда необходимо определить вероятность возникновения неисправностей на предприятии.

Для реализации требуемого программного комплекса потребовалась теорема Такенса, показывающая, что, используя только одну координату динамической системы, можно восстановить аттрактор в пространстве точек с задержками, сохраняя важнейшие свойства и динамику исходного аттрактора.

В ходе исследования были определены параметры вложения динамической системы, а именно выбрана подходящая временная задержка сигнала τ, так называемый delay, и размерность m пространства вложения, называемая embed, для псевдофазовой реконструкции.

В нейронной сети также был использован квазиньютоновский метод оптимизации алгоритм Бройдена — Флетчера (BFGS). Конкретный алгоритм был выбран потому, что он обеспечивает возможность разместить в памяти компьютера матрицу гессиана большого порядка, а также для того, чтобы гессиан не вычислялся напрямую, а вместо этого оценивался приближенно, на основании на сделанных шагов.

В качестве функции активации для нейронной сети использовалась сигмоидальная функция, так как экспериментально было установлено, что при использовании данной функции в процессе обучения сети не происходит насыщения данных и обученные данные лучшим образом описывают модель.

В ходе исследования была смоделирована нейронная сеть, позволяющая оценить вероятность возникновения угрозы на предприятии. Причем с помощью теоремы Такенса данная нейронная сеть может работать с любыми временными рядами, будь то сигнал маршрутизатора, для которого необходимо оценить пропускную способность и случае большой нагрузки перенаправить часть сигнала на другой маршрутизатор, или, например, показатели фондовой биржи, которые нужно проанализировать и прогноз будущих значений, которых нужно сделать.

Исследование применения RPA-технологий для автоматизации однотипных задач в работе негосударственного пенсионного фонда

Лохов В.А.
Научный руководитель — Викулин М.Н.
МАИ, Москва
Chaffee.v.l@gmail.com

Robotics process automation (RPA) представляет собой автоматизацию повторяющихся бизнес-процессов путем установки программного обеспечения, которое при помощи пользовательских интерфейсов работает с приложениями и компонентами «поверх» основной ИТ-архитектуры, реплицируя действия, которые традиционно осуществляются человеком.

RPA имеет преимущества, благодаря которым эта технология была выбрана для решения задач автоматизации однотипных процессов в негосударственном пенсионном фонде (НПФ):

В данной технологии одно приложение (программный робот) взаимодействует с другим приложением не через API (Application Programming Interface) или интеграционную шину, а через существующий пользовательский интерфейс. То есть одна программа общается с другой программой, имитируя действия пользователя. Это позволяет использовать RPA для автоматизации работы с устаревшими и неподдерживаемыми (legacy) системами НПФ.

Разработка и внедрение RPA в большинстве ситуаций требуют сравнительно меньше ресурсов (временных, денежных).

Проанализировав текущие процессы и требования заказчика, необходимо выявить процессы, которые имеет смысл автоматизировать. Также следует определить, какие дополнительные инструменты (помимо RPA) для этого понадобятся. В случае с НПФ такими процессами оказались перечисленные ниже.

Автоматизация работы с системой электронного документооборота (СЭД). Обеспечение комплексной обработки входящей документации, включая как классификацию документа по типу и назначению, так и последующую обработку документов, внесение данных в системы документооборота и формирование отчётности. Внесение данных в СЭД, формирование отчетности в СЭД предполагается реализовать с помощью RPA. Для классификации и анализа документов предлагается использовать нейросети.

Автоматизация работы с клиентами с помощью чат-ботов. Проектирование чат-ботов, реализующих диалог с пользователями и выполняющих определенные действия в информационных системах негосударственного пенсионного фонда по результатам диалога.

Применение RPA для получения и ввода данных в информационные системы. Для анализа вопросов и генерации ответов пользователям в чате следует применять нейросети.

Выполнить автоматизацию этих процессов можно самостоятельно, используя язык программирования низкого уровня или используя готовую RPA-платформу.

Выбор RPA-платформы, на базе которой будет выполнена автоматизация зависит от автоматизируемых процессов, денежных и временных ресурсов. Можно позволяет выполнить автоматизацию за короткие сроки, используя минимум программирования. Такие решения имеют разный функциональный набор и свою специфику. Одни предназначены для автоматизации взаимодействий с веб-ресурсами, другие имеют расширенный набор интеллектуальных возможностей.

На основании процессов для автоматизации исследования в НПФ было решено использовать платформу UIPath, так как она содержит широкий функционал для работы с нейросетями и имеет большое комьюнити.

Выявление психологических расстройств у пользователей социальной сети посредством обработки текстовых сообщений и фотографий

Мазаев А.С., Цыпленков Л.С.
МАИ, Москва
simplex.bro@gmail.com

В настоящее время перед наукой стоит целый ряд задач, связанных с анализом данных в Интернете. Количество информации в Сети возрастает с каждым днем, и для ее обработки часто используют методы, которые могут основываться на извлечении определенной информации, например, списков тем, содержащихся в текстах. Наиболее популярные методы определения тем основаны на анализе семантических моделей текста. Модели семантики текста описывают текстовые единицы и их взаимосвязи, основываясь на семантических значениях используемых текстовых единиц. В последнее время в задачах, связанных с определением тем, активно используются тематические модели (topic models), которые являются разновидностью семантических моделей. Одна из таких задач – социальный мониторинг отдельных групп общества.

Целью работы является исследование возможностей выявления психических расстройств через социальные сети. В качестве входных данных используются посты, фотографии пользователей в социальной сети. Система выполняет вероятностный прогноз психических расстройств у пользователя.

В работе использовались открытые данных социальных сетей. В качестве первого шага применяется латентное размещения Дирихле (LDA, Latent Dirichlet allocation) для выявления возможных психических расстройств по четырем классам (депрессия, суицидальная идеация, социальная фобия, эмоциональные расстройства).

Результаты LDA корректируются командой психологов, которые классифицируют посты пользователя на психические расстройства. На данных, размеченных экспертами, произведено обучение реккурентной нейронной сети LSTM с нескольким слоями сверточной нейронной сети. Для коррекции и набора избыточных данных было введено распознование опасных объектов (оружия, алкоголя и тд.) на фотографиях пользователей, что в несколько раз увеличило число выявленных возможностей психических расстройств.

Список литературы

1. Машечкин Д.В., Петровский И.В., Царёв М.И. Методы вычисления релевантности фрагментов текста на основе тематических моделей в задаче автоматического аннотирования // Вычислительные методы и программирование. 2013. Т.14. С. 91–102.

2. Giancarlo Zaccone. Getting Started with TensorFlow. ISBN 9781786468574, 2016 p. 180.

3. Marco Bonzanini. Mastering Social Media Mining with Python. ISBN 978-1-78355-201-6, 2016, p. 230.

Распознавание множества классов символов на примере японской письменности

Макагонова В.Д., Глазков Г.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
var-mak@mail.ru

Распознавание символов в индоевропейских языках не представляет особой сложности. В каждом из них есть собственный алфавит, состоящий из определенного числа букв, которое обычно не превышает 40 элементов. Когда же дело доходит до азиатских языков, дело принимает совсем другие масштабы, поскольку во многих из них есть огромное количество иероглифов – символов, которые в

различных своих комбинациях могут обозначать разные слова, и их количество несоизмеримо больше, чем количество букв в вышеперечисленных языках. В японском языке существует 2 алфавита – хирагана и катакана, в каждом из которых по 46 символов, однако, помимо этого, также существует более 3000 иероглифов, которые необходимо правильно интерпретировать, чтобы понять смысл написанного.

В нашей работе мы использовали 2 модели для классификации японских символов: алгоритм классификации «метод k-ближайших соседей» и специально обученную под нашу задачу простую нейронную сеть. Обе модели были реализованы на языке программирования Python.

Метод k-ближайших соседей на языке программирования Python реализован в библиотеке scikit-learn и предположительно хорошо справляется с поставленной задачей, когда сложность символов и число классов являются невысокими.

Нейросеть реализована с помощью нейросетевой библиотеки Keras на основе модели Sequential. Она состоит из 3 сверточных слоев с функцией активации ReLu, слоя пулинга с функцией максимума и полносвязного слоя, на котором производится классификация с помощью функции активации SoftMax. Для компиляции данной модели использовали кросс-энтропию как функцию потерь и оптимизатор Adam.

Для того, чтобы провести классификацию, необходимо подготовить входные данные. Мы взяли выборку японских символов, состоящую из 50 классов, и выделили из нее данные для тренировки и тестирования моделей, предварительно приведя все картинки с символами к единому размеру.

При обучении нейросети было произведено 10 итераций, по результатам которых данная модель показала 95% точности распознавания символов за 10 минут. При обучении метода k-ближайших соседей, как и предполагалось, потребовалось гораздо больше времени на обучение и на классификацию, при этом показатели точности распознавания данной модели заметно ниже, что связано с большим числом классов и сложностью японских символов.

В результате можно заметить, что даже такая простая модель гораздо эффективнее для распознавания японских символов, чем классические методы, однако в случае, когда необходимо распознавать еще большее число классов, стоит обратить внимание на более глубокие нейронные сети, например, на ResNet18, и задуматься о переносе ее обучения на более быстрый и мощный графический процессор для сокращения времени, требуемого на обучение.

Список литературы

1. Chollet F. Deep Learning with Python // December 22, 2017.
2. Garreta R., Moncecchi G. Learning scikit-learn: Machine Learning in Python Paperback // November 25, 2013.
3. Williams A. Deep Learning with Keras: Introduction to Deep Learning with Keras // July 5, 2017.
4. Кадзуаки С. Японская письменность от истоков до наших дней. М.: АСТ: Восток-Запад, 2006.

Разработка программного обеспечения для обмена конструкторской информации и интеграции PLM-систем на предприятии

Мальцев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
andremaltsev1995@gmail.com

При создании изделия на систему PLM возлагаются задачи по интеграции с различными бизнес системами предприятия, такими как ERP, SCM, CRM и т.д. Аналитики заявляют, что среди проблем, влияющих на возврат инвестиций в PLM-решения, на первом месте находится проблема интеграции. Сложность представляют не только внешние системы, но и различные среды САПР, наличие в компаниях унаследованных решений для управления инженерными данными, в том числе собственной разработки. Поскольку многие предприятия, особенно крупные, не один год формируют свою среду управления жизненным циклом изделия и часто предпочитают не отказываться от уже работающих решений, добавляя к ним новые возможности, современные PLM-платформы нередко сталкиваются с задачами интеграции всех таких накопленных годами систем.

Для интеграции с системой структурно-параметрического моделирования (СПМ) различных решений необходимо разрабатывать программное обеспечение, способное обмениваться конструкторской информацией между PLM-системами.

Для обмена данными с системой NX компании Siemens PLM Software можно использовать NX Open API. NX Open – набор инструментальных средств прикладного программирования, который позволяет гибко интегрировать пользовательские программные приложения с NX через открытую

архитектуру. Цель состоит в том, чтобы автоматизировать сложные и повторяющиеся задачи. Кроме того, для интеграции различных приложений, а также сторонних приложений и NX. API-интерфейсы NX Open предоставляют открытую архитектуру, которая может использоваться третьими лицами для создания и интеграции пользовательских программных приложений.

С помощью NX Open API мы можем получить различные данные модели, такие как координаты вершин, длины сторон, объем, массу и материал изделия. Что позволяет автоматически переносить и рассчитывать различные конструкторские параметры изделия.

Это позволяет интегрировать систему структурно-параметрического моделирования на предприятия, использующие NX, для расчетов конструкторских параметров.

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.

Создание комплексной модели изделия

Мартынов М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
mihanofff@mail.ru

Значительный рост вычислительной мощности компьютеров, а также широкое распространение программного обеспечения проектирования и производства привели к тому, что инженеры могут использовать системы автоматизированного проектирования для решения повседневных задач, а не только для подготовки наглядных иллюстраций. Международная конкуренция, увеличение числа опытных специалистов и повышение требований к качеству заставляют владельцев предприятий автоматизировать проектирование и производство. Как следствие этого, преподаватели высших учебных заведений чувствуют потребность в изменении программы своих курсов, относящихся к проектированию, чтобы научить студентов пользоваться продуктами CAD/CAM/CAE и дать им представление об основных принципах, лежащих в основе этих систем.

Сегодня современные предприятия не смогут выжить во всемирной конкуренции, если не будут выпускать новые продукты лучшего качества (quality, Q), более низкой стоимости (cost, C) и за меньшее время (delivery, D). Поэтому они стремятся использовать огромные возможности памяти компьютеров, их высокое быстродействие и возможность удобного графического интерфейса для того, чтобы автоматизировать и связать друг с другом задачи проектирования и производства. Таким образом, сокращается время и стоимость разработки и выпуска продукта. Для этой цели используются технологии автоматизированного проектирования (CAD), автоматизированного производства (CAM) и автоматизированной разработки или конструирования (CAE). Чтобы понять значение систем CAD/CAM/CAE (вместе все эти системы называются САПР), необходимо изучить различные задачи и операции, которые приходиться решать и выполнять в процессе разработки и производства продукта. Все эти задачи, взятые вместе, называются жизненным циклом продукта (product lifecycle).

Представленный в первой главе обзор некоторых САПР, используемых на предприятиях машиностроения, таких как ADEM, TFLEX, NX, SolidWorks позволил изучить особенности работы с аналогичными системами, их достоинства и недостатки, а также область и специфику применения и варианты конфигурации. Описанные способы построения геометрических примитивов и привязки к ним параметров дают представление об ключевых правилах создания параметризованных моделей различных технических изделий.

На основе выполненного во второй главе анализа представленных исходных данных в виде технического описания, чертежей и спецификаций на изделие “клапан” исследованы основные характеристики моделируемого объекта и выбраны компоненты (детали, узлы), которые войдут впоследствии в конструкторско-технологическую модель сборки в NX.

Работа с системой проектирования ПМК СПМ позволила выполнить моделирование сборки клапана и создать модель технологического процесса, включающей расчет технических параметров объекта. Реализована параметризация модели корпуса и других деталей, дающая возможность получить варианты конфигурации изделия с разными функциональными характеристиками. В процессе работы с модулем технологического моделирования изучены основные этапы получения технологических решений.

Применение системы автоматизированного проектирования CATINA на производстве

Мартынова Д.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
dashka-martynova@mail.ru

Применение системы автоматизированного проектирования CATINA на производстве.

Область применения систем автоматизированного проектирования (САПР) охватывает сегодня самые различные виды деятельности человека. Наибольшее распространение САПР системы получили в машиностроении и архитектуре.

Система CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) – одна из самых распространенных САПР высокого уровня. Данная программа имеет широкий функционал и соответственно требует высокого уровня знаний и большого количества времени на освоение, для быстрого, безопасного и «безболезненного» перехода от САПР систем более низкого уровня. CATINA исполняет все задачи технической подготовки производства – от внешнего (концептуального) проектирования до выпуска чертежей, конструкторско-технологической документации, спецификаций, монтажных схем и управляющих программ для станков с ЧПУ. Функционал продукта включает в себя более 300 модулей, которые сгруппированы по параметрам: платформы, области переменности (домены), конфигурации, отдельные продукты. Основным источником продаж системы выступает компания IBM, недавно компания выпустила анонс о доступности решения 3DLive для максимизации взаимодействия и улучшения качества работы и ускорения решения задач. 3DLive это новое поколение 3D-программ, интерфейс 3DLive очень прост в управлении, это инновационное решение «живых» приложений, расширяющее возможности управление жизненным циклом изделия, впервые доступное для программ CATINA

К настоящему моменту CATIA Solution является многофункциональной системой САПР и технологической подготовки производства. Система CATINA широко распространена на аэрокосмическом, автомобильном, судостроительном, машиностроительном производстве, так-же применяется на заводах, которые занимаются постройкой высотных сооружений.

Разработка элементов автоматизированной системы учета технических изделий

Масликова Е.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
Will-14@bk.ru

Структура разрабатываемого проекта

Предмет исследования – Разработка web-сайта с БД

Основные теоретические моменты работы:

-Хостинг (разновидности, плюсы и минусы);

-Языки веб-программирования и системы управления содержимым. Основные теоретические моменты интернет-коммерции и продвижение сайта.

-Краткая информация о фирме-заказчике – род деятельности, организационная структура.

Техническое задание. Подробное описание требований к веб-сайту.

Структурная схема – древовидная структура, соответствующая схеме иерархии сайта.

Функциональная схема показывает роль сайта в торговой деятельности фирмы. Внутри фирмы будут обозначены подразделения по работе с клиентами, а также отвечающие за наполнение сайта. Сайт в свою очередь содержит базу данных.

Выбор программного обеспечения. В этом разделе сравнительная таблица с характеристиками различных программных решений.

Развернутый сравнительный анализ продуктов.

Подготовка БД к работе.

Установка ПО на сервер, настройка, конфигурирование.

Разработка шаблона. Схема расположения элементов сайта на главной и вложенной странице. Графические элементы – логотип, рисунок шапки, фоновый рисунок страницы и т.д.

Построение информационной структуры сайта – категории и подкатегории, в них материалы в соответствии со структурной схемой.

Установка дополнительных модулей и виджетов–возможно фотогалерея, форум, интернет-магазин, форма обратной связи, SEO-плагины.

Настройка системы навигации – создание меню и привязка его пунктов к тем или иным материалам, категориям или программным модулям.

Оптимизация сайта – прописывание заголовков, описаний страниц. Работа по улучшению юзабилити.

Тестирование сайта. Проверка на соответствие сайта требованиям ТЗ. Проверка в разных браузерах и разных разрешениях (от 1024*600). Проверка на битые ссылки. При возникновении проблем–описание и возможные решения.

Возможна разработка стратегии продвижения сайта. Есть три основные направления – продвижение контекстной рекламой, продвижение через поисковые системы и продвижение через социальные сети.

Экономический процесс с учетом реальных расходов и цены.

Оценка денежной отдачи от сайта, прогнозы.

Заключение

Подведение итогов. Во введении были сформулированы задачи исследования. В заключении описание выполненных задач.

Исследование математической модели раздачи потока газа в системе разветвляющихся каналов

Матвеев Д.А.
Научный руководитель — Молчанова С.И.
МАИ, Москва
monk-dee@mail.ru

В работе рассматривается система каналов произвольных поперечных сечений и произвольной ориентации с осями, которые сходятся в общую область. В одном из этих каналов известны все газодинамические параметры потока газа.

Задача: определение всех параметров состояния потока в остальных каналах.

Область сходящихся осей каналов далее рассматривается как зона перестройки потока из начального состояния в некоторые последующие, заканчивающиеся в совокупности сечений каналов. Вся зона впредь трактуется как совокупность трубок начинающихся и заполняющих все сечение канала с известными нам параметрами. Во всех трубках на поток происходит воздействие. Примерами воздействия являются:

• Изменения площади сечения;
• Отклонения потока от начального направления на заданный угол;
• Подвод – отвод тепла.

Так же любое изменение состояния потока влечет за собой диссипативные потери.

Все сказанное дает нам возможность уподоблять течение в каждой трубке течению в канале, состоящем из двух одномерных течений, объединенных локальным участком перестройки потока из-за указанных воздействий.

Такая трактовка течения, смоделированная на основе законов сохранения в интегральной форме, приводит нас к незамкнутой системе линейных уравнений.

В числе оставшихся неизвестных:

• Среднее давление на участке канала с изменяющейся площадью;
• Величина изменения площади;
• Доля от общего потока в рассматриваемой трубке;
• Реакция стенки канала, изменяющей направление потока на заданный угол.

Соотношения, которые требуются для замыкания системы законов сохранения, в работе получены с использованием методов [1, 2] на течения в сходящихся в узел каналов. В данной задаче метод приходит к тому, что термодинамическая функция независима от изменения площади канала, угла смещения потока с начального направления. Аналитические выражения данных условий для всех трубок приводятся к общей системе уравнений условием равенства средних давлений в общей зоне.

В выбранной модели последнее условие даёт возможность оценить значение гидродинамической интерференции и раздать начальный поток на систему каналов, принимая во внимание особенности конструкции.

Задача сформулирована для модели сжимаемой жидкости с уравнением состояния Менделеева–Клапейрона. Решение выражено благодаря системе нелинейных алгебраических уравнений, которые являются следствиями выводов 1-го и 2-го начал термодинамики, а также связями между параметрами состояния, которые вытекают из законов сохранения. Выбранные соотношения позволяют нам решить задачу аналитически полностью в явном виде. Впоследствии эта модель может использоваться при вычислениях во время проектировки элементов гидро-газоавтоматики, газотранспортных трубопроводных систем и т. п., а также при решении задачи о распаде произвольного разрыва.

Моделирование элементов изделия «Рама кантователя»

Меньших Ю.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
yura.menshikh@yandex.ru

Ежегодно на предприятиях возникают сотни новых идей, призванных ускорить производство, улучшить потребительские свойства изделий, уменьшить расходы на производство. Часть этих идей при первичном рассмотрении признаётся несостоятельными, из оставшихся, пущенных в разработку, минимум половина не приносит ожидаемого эффекта, и лишь малая доля реально оказывается воплощённой в конечном изделии. Однако сколько при этом производится информационных данных! Документы, версии, поправки, изменения, вносимые разными людьми – разобраться со всем этим вручную даже в небольшой компании может оказаться не под силу. Применение PLM-системы позволяет создать контролируемую среду распространения информации, в которой можно сохранить все идеи и документы, которые в дальнейшем будут доступны по первому требованию строго определённому регламентами кругу лиц. Ещё один положительный эффект: использование PLM-системы позволяет избавиться от ненужной дублирующейся информации.

Внесение в PLM-систему информации о более ранних разработках, на первый взгляд, может не показаться стоящей практикой, однако такой подход позволяет повторно использовать идеи, успешно зарекомендовавшие себя на предыдущих проектах. Вместо того, чтобы тратить время на повторное изобретение колеса, лучше достать его из архива PLM-системы. А если нужен другой его вариант, отчего бы для начала не проанализировать десятки уже имеющихся всё в том же архиве.

Реальность такова, что ведение бизнеса сейчас сопряжено с постоянным общением не только внутри компании, но и с партнёрами, поставщиками и даже клиентами, находящимися в разных концах не только одного города, страны, но и всего земного шара. Причин тому может быть множество. Быть может, у компании нет специалистов в той или иной области производства, и тогда привлечение специалистов из другой компании – единственный выход. Может, специалисты есть, но они заняты на других проектах; а может быть просто дешевле заказать производство третьим компаниям, чем производить что-то самим. А уж если говорить про техническую поддержку изделия, то обеспечение взаимодействия между географически распределёнными участниками жизненного цикла изделия становится непременным условием, с которым успешно справляется PLM- система.

Применение методов машинного обучения в банковском скорринге

Меркулов М.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Филимонов А.Б.
МАИ, Москва
hungryangry666@gmail.com

Кредитование – это один из основных способов получения прибыли для банка. Выдав во временное пользование ссуду в денежной форме, банк заключает договор с заемщиком на ее возврат и получение определенного процентного дохода.

Существуют определенные риски невозврата кредитных средств, связанные с различными факторами, например: жизнедеятельностью заемщика (несчастные случаи, болезни, смерть), мошенничеством, несостоятельностью заемщика и его банкротством.

Скоринг (от английского score, счет) – это способ оценки кредитных рисков. Традиционный метод проведения скоринга посредством оценочного суждения экспертами постепенно теряет свою

популярность, ввиду постоянно растущего спроса на кредиты и большого объема анализируемых данных. В современном мире все чаще используются автоматизированные системы скоринга, в основе которых лежат определенные математические модели.

Одним из видов скорринга является application-скоринг, использующий принятия решения на основе данных, указанных заемщиком в анкете.

В зависимости от используемой модели в системе application-скорринга на выходе может быть выдана следующая информация:

1. Решение о выдаче кредита.
2. Максимаьная сумма выдачи кредита.
3. Срок для погашения кредита и размер ежемесячных выплат.
4. Вероятность дефолта (невозврата выданных дененых средств).

При решении данных задач используются следующие методы машинного обучения:

1. Байесовский подход. Основывается на теореме Байеса для оценки вероятности дачи тех или иных ответов на вопросы анкеты хорошим клиентом.

2. Деревья классификации. Последовательно разбивают заемщиков на группы по каждой характеристике из анкеты так, чтобы группы как можно более отличались друг от друга. Процесс продолжается до тех пор, пока дальнейшее разделение не перестанет давать значимое различие в уровне риска. Недостатком подобного метода является то, что некоторые значимые данные о заемщике, способствующие отрицательному решению о выдаче кредита, в процессе обхода дерева могут быть пропушенны.

3. Нейронные сети. Могут рассматриваться как метод нелинейной регрессии и показывают очень хорошие результаты в задаче скоринга. Они чаще применяются для скоринга компаний, когда имеется меньше данных, чем для скоринга частных лиц. Недостатком нейронных сетей является то, что веса связей, определённые в результате обучения, не имеют никакой интерпретации в терминах кредитного риска. Следовательно, практически невозможно объяснить предсказание, полученное с помощью нейронной сети, а также провести анализ чувствительности, чтобы выделить наиболее значимые параметры.

В проводимых исследованиях анализируется эффективность и проводится сравнительный анализ данных методов. Разрабатываемые алгоритмы реализуются на языке программирования Python.

Статистика в спортивных достижениях с применением кластерного анализа

Мещеряков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Любецкая С.Н.
МАИ, Москва
mesheryakovsasha@mail.ru

Статистический анализ спортивных достижений явно должен проводиться методами непараметрической статистики, которых имеется достаточно много, чтобы их результаты представляли интерес. Да и значения числовых характеристик, таких как медиана, мода или среднее значение, как и других, остается важным и интересным при анализе такого знаменательного события. На сайте https://ru.wikipedia.org имеются данные обо всех странах, принимавших участие в Олимпийских игр 2014 года в России, указаны число участников от каждой страны, количество видов спорта, участие стран в отдельных состязаниях, какие страны получили награды, число и виды всех наград.

Данная работа посвящена методам непараметрической статистики, а в частности, особенностям кластерного анализа при исследовании итогов этого спортивного состязания.

Был проведен предварительный анализ данных. В итоге получили матрицу из 88 строк по 4 значения, которые соответствуют четырем признакам каждой страны, участвующей в Играх.

Первый признак и первый столбец матрицы, по которому строки упорядочены, – это количество баллов, которые были присвоены странам в зависимости от числа и вида наград. Странам без наград присвоили 1 балл за участие. Второй признак – количество участников. Третий – число видов состязаний, в которых страна имела своих представителей. Четвертый признак был введен как отношение числа заработанных баллов каждой страной (первый признак) к числу участников от этой страны. Таким образом, четвертый признак характеризует средний балл на участника, заработанный каждой страной. Введение такого признака может показаться спорным, но убедительным показался такой факт: самое высокое его значение имеет Голландия (2,4), а передовые в наградах страны, Россия, США, Канада имеют эту характеристику почти в 4 раза меньше (около 0,6).

Описанная матрица данных (нормированная по столбцам) представляет подходящий материал для кластерного анализа, так как очевидно, что объективная группировка стран, ближайших между собой по таким четырем признакам, весьма затруднительна. Применен иерархический кластерный анализ (пакет статистических программ IBM SPSS). Выделены 5 кластеров с определенными характеристиками (по значению χ^2 Пирсона – 2024, по отношению правдоподобия – 268). Получен интересный результат:

первый кластер – 3 страны (Россия, Канада, США) и третий кластер – 1 страна (Голландия) представляют собой особые страны в смысле изучаемых признаков. Остальные классы группируются в кластеры по тем же признакам так: второй – 10 стран, четвертый – 9 стран и пятый – 65 стран. Их анализировали как отдельные группы.

Определение семантической схожести текстов информационными системами

Милованова Е.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
milovanova.e1997@gmail.com

С точки зрения компьютерных систем естественная речь нелогична, так как современные программные средства не способны воспринимать интонационные, контекстные и другие особенности слов и словосочетаний, используемых в разных сферах жизнедеятельности человека. Так как текстовая информация является основным ресурсом, используемым в информационных системах [1], развитие семантической обработки данных в этом формате является одной из самых важных сторон развития систем, предназначенных для работы с пользователями.

Обработку текста на естественном языке можно условно разделить на два типа: поверхностную и глубокую. Чаще всего в информационных системах используется поверхностный анализ, подразумевающий узкую направленность применения [2]. Чтобы расширить диапазон возможностей систем обработки естественного языка необходимо использовать глубокий анализ, который подразумевает уточнение факторов, влияющих на семантический смысл текста.

Однако несмотря на многолетние исследования, современные программные средства пока не способны провести сравнительный анализ между текстами с целью определения схожести [3]. Существующие методы определения смысла текстов основаны на выявлении ключевых терминов, семантических схем и выявления использования взаимной информации [4].

В качестве решения проблемы определения предлагается в процессе аналитической обработки текстов на уровне слов и словосочетаний развить использование скрытых значений (сферы использования, частота употребления и проч. речевые характеристики). Информационные системы, снабжённые подобными базами данных, будут способны ещё на уровне обработки слов проводить поверхностный смысловой анализ и определить процентную долю принадлежности текста к конкретной сфере жизнедеятельности человека.

В таком случае будет значительно сужена сложность семантического разбора текстовых блоков, так как информационная система уже будет иметь определённые данные о контексте обрабатываемого материала. Для оптимизация и повышения эффективности, предложенный метод следует объединить с графовым анализом «весов» слов. Получив текстовой блок, информационное средство такого типа при проведении обработки сначала определит ключевые слова и словосочетания, на основе которых система получит более точные семантические характеристики.

Внедрение предложенного метода в системы обработки естественного языка усовершенствует процесс сравнительного анализа текстовых данных. В случае обучения нейросетей способности определять и отслеживать контекстную специфику речи в процессе взаимодействия с пользователями, станет возможным создание большего количества компьютерных систем, которые смогут вести полноценный диалог с человеком.

Список литературы

1. Диговицкий В.В., Шишаев М.Г. Обработка текстов естественного языка в моделях поисковых систем // Труды Кольского научного центра РАН. – Апатиты: КНЦ РАН, 2010. 26 с.

2. Роб Хай. Эпоха когнитивных систем: Принцип построения и работы IBM Watson: Публикации Redguide, 2013. 3 с.

3. Лебедева С. В. Семантическое сходство: способы актуализации // Теория языка и межкультурная коммуникация. Вып. №1(20), 2016.

4. Бермудес Сото Хосе Грегорио. Метод измерения семантического сходства текстовых документов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2017. 22 с.

Моделирование конструкции и технологии изделия «Комплект моделей валов для цилиндрического редуктора»

Минаев К.А., Нарышкин А.А.
Научный руководитель — доцент Бутко А.О.
МАИ, Москва
scyter2009@yandex.ru

Автоматизированное проектирование занимает ценное место в информационных технологиях. Прежде всего автоматизированное проектирование — синтетическая дисциплина, составными частями которой являются многие актуальные информационные технологии. Во-вторых, осведомленность основ автоматизированного проектирования и совершенство работы со средствами САПР необходимо любому хорошему инженеру. Внедрение и освоение автоматизированных систем позволяет управлять процессами производства, проектирования изделий, создания конструкторско-технологической модели, создания оптимальной технологии, дает широкие возможности повысить качество и уменьшить сроки изготовления изделий. В проектировании разных элементов техники также используются системы автоматизированного проектирования(NX, AutoCAD, Solid Works), системы управления данными об изделии (PDM), системы управления жизненным циклом (PLM). Системы, имеющие реляционные базы данных значительно упрощают и ускоряют работу по разработке и написанию технологий. В работе с помощью комплексной системы автоматизированного проектирования была создана модель «Конического редуктора с комплектом валов» в натуральную величину.

Создание модели комплекта валов для цилиндрического редуктора в системе Siemens PLM NX 10 дает большие возможности и перспективы в проектировании аналогичных изделий. Из параметризованных деталей будет создана сборка модели. Это позволяет без труда вносить изменения и производить модификацию в кротчайшие сроки, соблюдая стандарты построения модели.

Разработка аналитической системы оценки функционального стиля речи текстовых массивов на основе машинного обучения на русском языке

Мирзаханян Р.М.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
robik46@mail.ru

В связи с огромным количеством и разнообразием текстовой информации, появлением и развитием средств вычислительной техники, печатные версии статей и другие информационные материалы стали активно переводиться в цифровой формат. Люди предпочитают находить нужную информацию в открытых источниках, в сети Интернет. В настоящее время существует огромное количество электронных журналов, образовательных и социальных форумов, в которых собраны различные по тематике статьи. Но огромное изобилие контента хранится не упорядоченно, из названий не всегда понятно, что прочитать, чтобы удовлетворить заданную цель, так как тексты неоднородны, отличаются друг от друга жанровой разновидностью, терминологией и литературной подачей.

Для решения этой проблемы создаются и применяются инструменты автоматического анализа функционального стиля текстовых массивов. Существует несколько подходов анализа функционального стиля: подход со словарём, машинное обучение с учителем, машинное обучение без учителя. Подход со словарём основывается на использовании словаря статистических и лингвистических признаков. Данный метод прост в применении, но для его хорошей работы требуется постоянная поддержка и обновление словаря признаков. Машинное обучение с учителем состоит в том, чтобы научить машинный классификатор определять функциональный стиль текста на заранее подготовленной коллекции. Данному методу потребуется собрать коллекцию по всем функциональным стилям речи и проверять текстовый массив на принадлежность к каждому из стилей речи. При использовании данного метода будет существенно заметна деградация производительности инструмента при увеличении объёма текстового массива. Машинное обучение без учителя основывается на кластеризации данных. Кластеризация данных происходит за счёт определения метасвойств поступающих тестовых массивов. Данный алгоритм является универсальным для всех стилей речи и не требует наличия словарей или обучающих выборок, что позволит облегчить разработку и последующее сопровождение разрабатываемого инструмента.

На данный момент существует несколько инструментов для анализа функционального стиля:

• Maui – основывается на подходе со словарём, лицензия распространения GPL.

• Eureka Engine – основывается на методе опорных векторов, лицензия коммерческая.

• Zamgi – основывается на методе опорных векторов, лицензия некоммерческая.

Проведённый анализ алгоритмов и инструментов для анализа функционального стиля текстовых массивов на русском языке, показал, что для большинства инструментов требуется собирать и поддерживать справочные материалы для работоспособности.

Различение функциональных стилей, таких как официально-деловой, научный, публицистический и художественный, ускорит поиск нужной информации, поможет четко определить принадлежность к предметной области, а также сгруппировать информацию по сферам общественной жизни.

Сокрытие информации в различных типах данных

Мирон С.К.
Научный руководитель — Егорова Е.К.
МАИ, Москва
serg1732@mail.ru

На данный момент существует довольно много методов шифрования данных, но с развитием вычислительной мощности компьютеров растут и возможности для получения зашифрованной информации или взлому уже известных алгоритмов шифрования. Для решения данной проблемы я рассматриваю комбинированный способ внедрения информации. Этот способ представляет собой зашифровывание информации и дальнейшее внедрение с помощью стеганографии. Но как существует в криптографии криптоанализ, так и в стеганографии существует стегоанализ. Самая простая попытка узнать о скрытой информации – внимательно рассматривать изображение, используя разные программы для более детального просмотра; прослушивать тщательно аудиозаписи, и совмещая с поиском каких-либо признаков сокрытия информации. Но такой способ возможен, когда стегосистема слабо защищена, а информация, которую нужно сокрыть, была незашифрована.

Для решения данной проблемы, я разрабатываю программный комплекс, в котором будет возможно сокрыть информацию в различных типах файлов – контейнерах. Одним из примеров контейнера, может быть документ Microsoft Office. Каждый контейнер имеет определенную возможность по вместимости скрываемой информации, а также и по устойчивости при изменениях. В качестве контейнером могут выступать видео и аудио файлы. Информация в файле распределяется в зависимости от ключа, с помощью которого можно обратно получить информацию. Место хранения информации в контейнере выбирается в зависимости от структуры контейнера, чтобы получить информацию обратно и она не была повреждена. Если возникает ситуация, когда одного контейнера не хватает для сокрытия информации, то на этот случай реализована возможность разместить информацию в двух и более контейнерах. Информация должна распределиться по всем выбранным контейнерам, что в разы увеличит безопасность информации, хранимой в выбранных контейнерах. Другим из способов защиты информации может быть передача информации в видеопотоке. Для примера можно запустить видеообщение и в этот момент передать информацию, внедряя ее в видеопоток.

Для создания программного комплекса используется кроссплатформенный фреймворк Qt на языке программирования C++ и его библиотеки. Для реализации шифрования используются алгоритмы шифрования RSA или Rijndael. Для обработки видео и дальнейшего внедрения информации используются библиотеки OpenCV и ffmpeg.

Применение Flash-технологий в образовательном процессе

Михайлов Е.А., Рыжков И.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
gudkov.maks.97@mail.ru

В рамках современных гуманистической и когнитивной парадигм образования, связывающих образование, с одной стороны, только с познанием на основе мышления (обучающий выступает как объект, а не личность), а с другой – с созданием условий для саморазвития обучающегося, предоставление ему свобод для реализации своих природных потенциалов (обучающий и обучающийся равноправные субъекты), переход на электронные системы обучения является

актуальной задачей. Один из способов решения данной задачи заключается в создании и применении интерактивных электронных моделей, построенных на Flash-технологиях (электронная флеш-модель – ЭФМ), т. е. технологиях интерактивной анимации, включающих большое количество решений мультимедийного представления информации.

На основе Flash-технологий возможно создание электронных интерактивных учебных пособий (ЭУП) по отдельным темам дисциплины (или дисциплины в целом) [1, 2]. ЭУП представляет собой законченный продукт с точки зрения объема информации по представляемой теме (дисциплине). Таким образом, обучающийся, использующий ЭУП, с одной стороны, имеет возможность изучить всю информации по теме, с другой – свободу выбора в последовательности и способах изучения материала.

Достоинствами ЭФМ, с точки зрения представления учебного материала, являются:

• Наглядность и доступность материала;

• Интерактивность материала;

• Возможность создания анимационных роликов. Так как в основе анимации лежит векторный морфинг (плавная смена ключевых кадров), создание сложной анимации реализуется задачей нескольких ключевых кадров;

• Высокое качество представляемого материала (ориентация на векторную графику);

• Относительно небольшой размер ЭУП.

Необходимо отметить, что для успешного использования Flash-технологий при создании ЭУП разработчик должен обладать определенными знаниями и умениями по представляемому материалу и по работе с прикладными программными продуктами.

Список литературы

1. Macromedia Flash MX / Энди Андерсон, Марк дел Лима, Стив Джонсон; пер. с англ. Латышевой Д.А. – М.: НТ Пресс, 2005 – 543с.

2. Рыжков И.С., Истомин В.В., Костин П.С. Интерактивная электронная модель системы кондиционирования воздуха самолета. // III Международная научно-практическая конференция учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации». Минск: БГАА, 2018.

Система управления деятельностью научной школы технического университета

Мустафина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
mustafina-albina97@yandex.ru

Наличие ведущих научных школ и их эффективное влияние на научно-технический прогресс всегда способствовало перспективе развития науки.

Научно-исследовательская деятельность считается одним из важнейших способов повышения качества подготовки высококвалифицированных специалистов, способных по-новому использовать в практической деятельности последние достижения науки и производственного опыта.

На сегодняшний день существует достаточное количество научных проблем, которые необходимо решить научным школам. Чтобы разобраться со всем этим, нужно иметь четкое представление о процессах деятельности научной школы. Следует начать с организационной структуры науки, поскольку правильная, а именно, иерархическая (многоуровневая) структура позволяет охватить большой спектр научных проблем. На вершине этой структуры, естественно, стоит научная школа, включенная в научно-исследовательский институт. Далее она делится на малые научные школы, состоящие обычно из 3-5 малых научных групп с разной специализацией. В малых научных школах присутствуют специалисты из разных областей знаний. Самый нижний уровень составляют малые научные группы, в которых находятся исследователи одной специализации, способные решать схожие задачи в одной области знаний. Именно такая иерархическая структура организации науки позволяет более тщательно подойти к решению научных проблем.

Следующий этап – это непосредственно оценка уровня организации деятельности этих школ, поскольку желаемый результат зависит во многом от этого. Существует множество способов оценки эффективности управления научной работы, например, подсчитывание докладов, статей, сборников, патентов, а также выявление результативности и качества эффективности научной школы.

Чтобы не возникали непонятные ситуации и иные проблемы, препятствующие достижению результатов, следует контролировать процессы управления, планирования и организации их деятельности, а также по необходимости вносить корректировки в процесс их самоорганизации.

В качестве примера можно рассмотреть трехсвязную систему управления научной школой, куда входят объемы работ [Л]:

• По выполнению проекта;

• По подготовке научных кадров и повышению уровня их знаний;

• По документализации полученных знаний, в виде научных работ (статей, докладов, монографий и так далее).

Таким образом, контролируя процессы управления, внося туда различные корректировки, можно управлять процессом деятельности научных школ, выявляя недостатки при изменении параметров отдельных подсистем на устойчивость всей системы в целом.

Литература

Криони Н. К., Ильясов Б. Г., Герасимова И. Б., Карамзина А. Г. Управление деятельностью научной школы как многосвязным динамическим объектом // Вестник УГАТУ. 2017. Т. 21. № 1 (75). С. 160–166.

Выделение тональной составляющей в гласных фонемах вьетнамского языка

Нгуен Хоанг Зуй
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
nguyenhoangzuy@gmail.com

Тональность, проявляемая в речи, особенно информативна для языков Юго-Восточной Азии, в том числе для вьетнамского языка. Тональность между словами в произносимом предложении или фразе проявляется и в Европейских языках. Но эта тональность между словная. При внимательном рассмотрении осциллограммы звукового потока можно отметить различные виды обрамляющих линий в зависимости от тональности как для фонемы, так и для целого предложения. Характерные, чисто математические методы, применяемые для описания волн, как например преобразование Фурье, здесь не применимы. Причиной невозможности применения большинства методом, используемым для волн, одиночное проявление обрамляющей в отдельно фиксируемой фонеме. Такой же вид обрамляющей может повториться, но уже в другой фразе или предложении.

Инициативные исследования по распознаванию информационного содержания волн, проводимые под руководством Балакирева Н.Е., основываются на особом подходе, ориентированном на то, чтобы представить любой звуковой поток как некоторую структуру вне зависимости от значения амплитуды. Такая структура формируется либо на базе примитивов, либо триальных матриц, на основе которых можно сформировать матрицу отношений. Такая матрица, фактически представляющая иерархическую структуру, отражает качественную картину поведения волны на всех уровнях, и вполне применима для описания тональности.

Следующей и пожалуй главной проблемой является проблема сравнения обрамляющих для определения соответствующей тональности. И тут оказывается применима качественная мера для сравнения различных конфигураций без прямого учета их количественных характеристик. Между выделяемыми вручную характерными точками огибающей можно установить качественные отношения в виде матрицы отношений, которая и является качественной характеристикой выделенного фонемного участка. Но оказывается, что если исходить из структурного описания всей волны, включая саму фонему и сопутствующие ей звуки, то исходя из иерархичности структуры, её можно представить, как систему вложенных волн разной длины. Процесс перехода на следующий уровень структуризации связан с игнорированием волн меньшей длины и формированием структуры следующего уровня волн большей длины. Такой процесс может быть произведен итерационно до сведения к базовой конфигурации. Она то или уровнем ниже и будет той обрамляющей, которая и определяет тональность фонемы.

Задача состоит в том, чтобы выделить нужный уровень иерархии и сравнить с эталонными обрамляющими. Распознавание предполагает серию алгоритмов, каждый из которых имеет самостоятельное применение:

Алгоритм получения спектра волн на разных уровнях иерархии.

Алгоритм нахождения уровня иерархии, подходящий под характеристики тональности.

Алгоритм получения эталонных моделей шести тональностей.

Алгоритм сравнения моделей на основе качественной меры.

Все представленные алгоритмы должны быть использованы для реализации в виде библиотеки DLL и присоединения их к технологическому комплексу [2], разработанному на кафедре.

После отладки и серии экспериментов перечисленные программы можно будет использовать и встраивать в голосовые системы.

Список литературы

1. Балакирев Н.Е. Количественная и качественная оценка исследуемых объектов на примере простейших отношений // Вестник ВГУ. Сер. 2. Системный анализ и информационные технологии. 2016. № 2. – 188с.

2. Балакирев Н.Е. Качественная оценка и мера при распознавании информационного содержания волн. // В сб. материалов XIX международной научно-методической конференции Информатика: проблемы, методология, технологии: сборник 14-15 февраля 2019 г. – Воронеж:Издательство «Научно-исследовательские публикации» (ООО «Вэлборн»), 2019. – 1435-1440 с.

3. Фадеев М.М., Евсеева М.В., Балакирев Н.Е., Нгуен Х.З.. Создание технологического комплекса исследований волн для извлечения их информационного содержания. // В сборнике материалов XIX международной научно-методической конференции Информатика: проблемы, методология, технологии: сборник 14-15 февраля 2019 г. – Воронеж: Издательство «Научно-исследовательские публикации» (ООО «Вэлборн»), 2019. – С. 1519-1523

4.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: Изд-во НГТУ, 2018. С. 22-28– С. 65-72

Разработка модели и технологического процесса сборки верхней рамы РН

Нетеса Д.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
Dmitrii_netesa@mail.ru

Основные цели моей работы — это разработка модели и технологического процесса сборки верхней рамы РН. Для этого выполняется конструктивно-технологическое членение верхней рамы; делается анализ материалов, из которых изготовлены детали; рассматриваются соединения, применяемые при сборке верхней рамы; создаётся схема увязки технологической оснастки при изготовлении деталей верхней рамы. Также разработан технологический процесс изготовления детали «перегородка» и технологический процесс сборки верхней рамы.

Верхняя рама, устанавливается в двигательном отсеке разгонного блока РН. На этой раме устанавливаются шаробаллоны с горючим и окислителем.

Формирование геометрической модели верхней рамы производилось в программе Solid Works.

В конструкцию верхней рамы входят следующие детали:

- Держатели
- Кронштейны
- Стрингеры
- Стенки
- Перегородки
- Стойки
- Косынки
- Крепежи

Рама имеет большие габариты. В конструкции имеются детали, изготовленные из листа, профиля и плиты. Детали не сильно сложны в изготовлении и могут изготавливаться на универсальном оборудовании.

Кронштейн изготавливается из плиты Д16Т 55х1200х3000 мм. Габаритные размеры 47,99х247,67х140 мм. Кронштейн представляет из себя небольшую фрезерованную деталь, служащую для крепления рамы к другим частям ракеты.

Стрингеры изготавливаются из профиля Д16Т 5х30 мм. Стрингеры представляют из себя детали различной длины, изготовленные из углового профиля.

Стенки изготавливается из листа Д16Т 3х1200х2000 мм. Стенка представляет из себя листовую крупногабаритную деталь толщиной 3 мм.

Перегородки изготавливается из листа Д16Т 5х1200х2000 мм. Перегородка представляет из себя листовую деталь с восемью отбортованными отверстиями диаметром 50 мм на высоту 15мм.

Стойки изготавливаются из профиля Д16Т 5х25 мм. Стойка представляет из себя небольшую, фрезерованную деталь, изготовленную из углового профиля, служащую для укрепления конструкции верхней рамы.

Косынки изготавливаются из листа Д16Т 5х1200х2000 мм. Косынка представляет из себя небольшую листовую деталь, предназначенную для скрепления деталей верхней рамы.

Крепежи изготавливаются из профиля Д16Т 5х45 мм. Крепёж представляет из себя небольшую, фрезерованную деталь, изготовленную из углового профиля, служащую для соединения деталей верхней рамы.

Все детали узла будут базироваться по СО, так как узел не является обводообразующим.

Оборудование для изготовления и сборки верхней рамы выбиралось с учетом всех технических характеристик (надежность, прочность, пластичность, вязкость и т.д.) и удовлетворяло заявленным требованиям по классу точности и шероховатости.

Сборка верхней рамы состоит из технологических операций по установке деталей в сборочное положение по СО, фиксацию их в сборочном положении и соединение их в вышестоящую сборочную единицу.

Все детали верхней рамы соединяются между собой с помощью заклёпок с полукруглой головкой Ø 5 мм ГОСТ 10299-80 из алюминиевого сплава В65.

На основании схемы базирования элементов конструкции и схемы сборки разработан технологический процесс сборки верхней рамы, который обеспечивает:

1) заданную точность сборки;

2) требуемое взаимное положения собираемых деталей и определенное положение обрабатывающего инструмента относительно деталей;

3) качественное выполнение соединений, определяющих прочность и надежность конструкций.

Использование компонентно-ориентированного подхода для создания объектов гетерогенного характера

Никольский Д.В.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Домодедово
Srilank@yandex.ru

Системы симуляции позволяют воспроизвести ситуации и следить за их прохождением и вариантами развития. Для каждой ситуации нужно создавать свои среды со своими объектами и их взаимодействием. В данной работе рассматривается создание объектов гетерогенного характера на основе компонентов. Такие объекты позволят создавать различные среды симуляции с минимальными затратами.

Компонентно-ориентированное программирование – парадигма, ключевым объектом которой является компонент – независимый блок кода, отвечающий за одну конкретную задачу. Основными плюсами данного подхода можно выделить:

1. Любой компонент отвечает за одну задачу.
2. Компоненты независимы друг от друга.
3. Возможность повторного использования компонентов в другом проекте.
4. Простота тестирования.

Для нашей задачи будет использован тот же подход, для начала выделим две абстрактные сущности:

• «Контейнер» – объект, отвечающий за хранение компонентов, их добавление, удаление.

• «Компонент» – единица системы, решающая ту или иную задачу.

Контейнер будет представлять собой класс с массивом компонентов, методом для их добавления, удаления и получения к ним доступа. Компонент же будет классом, отвечающим за ту или иную задачу, в нём могут быть только поля, а могут быть и методы для работы с ними. Компоненты одного объекта должны взаимодействовать с компонентами другого, для этого стоит выделить отдельный слой взаимодействия. Данный слой представляет собой набор методов, входными данными которых являются компоненты и уже эти методы реализуют взаимодействие объектов.

На первый взгляд всё довольно просто, мы создаём объекты и методы их взаимодействия, но при детальном рассмотрении обнаруживаются подводные камни. Компоненты должны отвечать за одну задачу, но это не всегда возможно, потому что сферы задач могут пересекаться. В таком случае мы получаем либо два компонента с одинаковыми полями, чего делать нельзя, либо нам необходимо связывать эти компоненты, что не запрещено, но нарушает независимость и целостность. При

попытке взаимодействия между компонентами мы можем не найти один из компонентов в контейнере, что вызовет ошибку. Слой взаимодействия должен определять и ограничивать зоны ответственности компонентов, чтобы избежать попыток взаимодействия с контейнерами, которые не содержат нужных компонентов.

Таким образом, в рамках данной работы ведётся разработка архитектуры объектов гетерогенного характера, которые упростят и ускорят создание систем симуляции.

Реализация модифицированного алгоритма шифрования Rijndael

Никоноров А.А., Аверин А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Кузнецовск, Украина
ponchikd97@gmail.com

Целью данной работы является реализация модифицированного алгоритма Rijndael. Это блочный алгоритм шифрования с симметричным ключом, переменным размером блока, переменной длиной ключа и переменным количеством раундов шифрования, созданный Винсентом Рэйменом и Йоаном Дайменом. В реализации алгоритма широко применяется конечное поле, или поле Галуа.

Модификация алгоритма состоит следующем. Массив State (по стандарту state – массив байт. Иногда его интерпретируют как двумерный массив байт: 4 строки и от 4 до 8 символов в зависимости от размера открытого текста) не меняет свою размерность, но размер каждой ячейки увеличивается с 8 до 32 бит. Таким образом, размер массива State изменится со 128 до 512 байт.

В связи с чем необходимо решить следующие задачи:

• Вычислить новый неприводимый многочлен в GF(2^32) для нахождения мультипликативного обратного элемента.

• Найти обратимую матрицу (неособенный аффинор) для аффинного преобразования из-за изменения размера ячейки.

• Произвести аффинное преобразование.

• Вычислить новую таблицу замен.

• Решить проблему производительности, то есть оптимизировать вычисление блока замен и найти оптимальное решение для его хранения.

• Выполнить те же операции для возможности осуществления обратного преобразования (расшифровки).

• Получить многочлены, применяемые в операции смешивания колонок. Так как коэффициенты многочленов третьей степени теперь элементы из GF(2^32).

На данном этапе уже реализовано:

• Вычислен новый неприводимый многочлен.

• Найден неособенный аффинор для аффинного преобразования.

• Вычислена новая таблица замен.

• Решены некоторые проблемы производительности.

• Найдены возможные варианты хранения вычисленного блока замен.

• Получены многочлены применяемые в операции смешивания колонок.

Для реализованного алгоритма шифрования измерена скорость шифрования. Эксперименты показали, что скорость шифрования, в сравнении с эталонным алгоритмом, снижена, а криптографическая стойкость данного алгоритма увеличилась.

Создание единой платформы для обучающих симуляторов

Новиков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
bashargrey@gmail.com

В современном мире все чаще используются компьютерные симуляторы для обучения будущих специалистов. Причин этому довольно много. В первую очередь это конечно же огромные риски, связанные с тем, что недостаток опыта обучающихся в данных сферах может привести к настоящим трагедиям. Кроме того, обучение на симуляторах еще и гораздо экономичнее. Ведь посадить каждого студента за отдельный компьютер с запущенным симулятором – вполне реально.

Структурно все подобные симуляторы очень похожи. Они состоят из преподавательского модуля и определенного числа студенческих модулей.

Задачами преподавательского модуля являются: разработка задач для студентов, проведение тестирований студентов, отслеживание процесса выполнения задач в реальном времени, хранение результатов тестирований. В то время, как задачами студенческих модулей будут: предоставление определенных интерактивных интерфейсов для обучения, предоставление инструкций и обучающих примеров для успешного выполнения поставленных задач, предоставление возможности обмена информацией с преподавательским и другими студенческими модулями.

Платформа будет представлять собой некое приложение с набором различных интерфейсов, которое будет позволять запускать разработанные в виде набора модулей симуляторы, реализующие данные интерфейсы.

Платформа также будет содержать спецификации для написания подключаемых модулей, будет описывать интерфейсы, которые должны будут поддерживаться данными модулями. Предполагается, что сторонний разработчик пишет модули, проектируя их пользовательский интерфейс и описывая, какие сообщения передавать и как реагировать на принятые. Вся низкоуровневая логика принятия и передачи сообщений будет реализована в классах платформы и разработчика модулей волновать не должна.

Результатом этой работы будет являться полноценный инструмент для разработки обучающих симуляторов, предоставляющий различный дополнительный функционал как для разработчика симулятора, так и для конечного пользователя приложения.

Анализ эффективности программного комплекса организации документооборота научных мероприятий «Лаборатория конференций»

Новиков А.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
novikov@conflab.ru

Применение облачных Web-сервисов в эпоху информатизации становится обязательным атрибутом крупного предприятия. Не остались в стороне и организаторы научных мероприятий, где особенно необходима систематизация больших объемов данных, получаемых от пользователей. Разработанный облачный сервис обеспечивает поддержку полного жизненного цикла конференции, начиная от развертывания проекта с последующей конфигурацией секций и делегирования прав доступа к ним, и заканчивая генерацией выходных данных – сборника тезисов в формате MS Word, статистики в MS Excel и т.д. Более подробно функционал описан в публикации [Л].

С помощью «Лаборатории конференций» на момент написания тезисов были успешно проведены 2 конференции: «Гагаринские чтения — 2018», «Авиация и космонавтика» и 1 конкурс «Молодежь и будущее авиации и космонавтики». Проведя анализ статистики поступающих работ, было решено измерить эффективность применения сервиса по сравнению с традиционным приёмом посредством электронной почты. В качестве критерия оценивания рассматривался процент обработанных заявок в день.

При рецензировании посредством E-mail показатель увеличивался к концу приёма, отсюда можно сделать вывод о большой ежедневной загруженности экспертного состава. Кроме того, после завершения приёма, высокий показатель загруженности сохранялся на протяжении недели.

После внедрения программного комплекса показатель загруженности меняется скачкообразно, а значит, секретари успевают обрабатывать поток заявок и даже могут выделить дни для отдыха. Достигается это с помощью дружественного интерфейса приложения и наглядной истории статусов заявки.

В качестве косвенного показателя рассмотрим качественный прирост заявок на мероприятиях. Стоит отметить, что данное значение зависит от проведённой PR-кампании и некоторых других факторов, однако наблюдается прирост, который составляет 24%, 57% и 130% на мероприятиях «Гагаринские чтения», «Авиация и космонавтика» и «Молодежь и будущее авиации и космонавтики» соответственно.

Разработанный проект демонстрирует эффективность и практическую значимость, а в данный момент обсуждается расширение функционала для поддержки различных потребностей организаторов.

Литература

Новиков А.Ю., Кейно П.П., Хорошко Л.Л.. Разработка архитектуры интернет-сервиса организации научных мероприятий с автоматизацией документооборота. // Прикладная информатика. 2018. Том. 13. №.4 (76). С. 70 – 76.

Возможности современных программных платформ на примере Node.js

Новикова П.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
ms.polinanov@mail.ru

В настоящее время существует большое количество программных платформ, языков программирования, серверных сред. Примером таких серверных платформ является Node.js.

Node.js, – программная платформа с открытым исходным кодом, построенная на базе JavaScript движка V8 от Google, который используется в браузере Google Chrome. Если JavaScript работает с клиентской частью, то Node.js выполняет действия на стороне сервера.

Из исторической справки, платформа Node.js, относительно молодая (создана американским разработчиком Райаном Далем в 2009 году), но с самого своего появления она начала привлекать внимание web-разработчиков. Сейчас, по мнению пользователей, складывается ощущение, что она существовала всегда.

Чтобы понять ее необходимость и актуальность в современном мире, необходимо разобрать ее возможности:

• Асинхронность.

В известных и распространенных языках программирования (C, Java, Python, PHP) все инструкции, по умолчанию, являются блокирующими, если только разработчик явным образом не позаботится об асинхронном выполнении кода.

Когда Node.js нужно выполнить операцию ввода-вывода, вроде загрузки данных из сети, доступа к базе данных или к файловой системе, вместо того, чтобы заблокировать ожиданием результатов такой операции главный поток, Node.js инициирует её выполнение и продолжает заниматься другими делами до тех пор, пока результаты выполнения этой операции не будут получены.

• Скорость платформы.

Одной из основных привлекательных особенностей Node.js является скорость. JavaScript-код, выполняемый в среде Node.js, может быть в два раза быстрее, чем код, написанный на компилируемых языках, вроде C или Java, и на порядки быстрее интерпретируемых языков наподобие Python или Ruby. Причиной подобного является неблокирующая архитектура платформы, а конкретные результаты зависят от используемых тестов производительности, но, в целом, Node.js – это очень быстрая платформа.

• Простота в освоении и использовании

На самом деле, она прямо-таки очень проста, особенно это заметно в сравнении с некоторыми другими серверными платформами.

• Наличие множества библиотеки

Благодаря простоте и удобству работы с менеджером пакетов для Node.js, который называется npm, экосистема Node.js прямо-таки процветает. Сейчас в реестре npm имеется более полумиллиона опенсорсных пакетов, которые может свободно использовать любой Node.js-разработчик. Один из таких пакетов – библиотека Socket.IO, созданная для web-приложений и для обмена данными в режиме online.

Также для составления общего представления, отличной демонстрацией работы программной платформы Node.js, вместе с библиотекой Socket.IO, является разработанная модель каркасной платформы многоканальных конференций.

Оптимизация учебного процесса студентов путем разработки веб-приложения

Овсянникова О.А., Щербаков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
alicegroce@gmail.com

Сеть Интернет предоставляет огромные возможности в сфере оптимизации учебного процесса и является неотъемлемой его частью. В настоящее время многие университеты предоставляют собственные системы электронного обучения, что значительно облегчает контроль самостоятельной работы, а также доступ к учебным материалам.

Основной целью нашей работы была разработка интерактивного веб-приложения, которое позволило бы студентам нашей кафедры отслеживать свой прогресс в учебе, а преподавателям облегчить коммуникацию со студентами. Такое приложение должно включать в себя:

1. Возможность преподавателям давать задания по своему курсу и оценивать работу студентов;
2. Возможность студентам наглядно видеть, какие работы у них сданы, а какие ещё предстоит сдать;
3. Чат с преподавателями для оперативного решения вопросов, возникших в ходе учебного процесса.

Реализация проекта осуществлялась на Angular с использованием TypeScript, обусловлено это тем, что TypeScript отлично поддерживает IDE-среду и типы, что помогает избежать многих ошибок в ходе разработки. Выбор Angular обусловлен использованием паттерна MVC (Model-View-Controller), который позволяет сделать приложение легче в разработке и удобнее для тестирования. Для оформления HTML-контента используется CSS-фреймворк Bootsrap. На стороне сервера используется технология Node.js, модульное тестирование производилось с помощью API Jasmine, модули группируются в файл с помощью Webpack и Angular CLI.

Разработанное веб-приложение позволяет получить исчерпывающую информацию о кафедре, осуществлять вход в систему в качестве преподавателя или студента. Функционал веб-приложения позволяет преподавателю загружать и удалять методические материалы, вести электронный журнал посещаемости, заполнять план занятий. Встроенный модуль позволяет открывать файлы формата PDF для быстрого ознакомления с выполненной работой, после проверки имеется возможность выставить оценку. Студенты могут оперативно узнавать о текущих заданиях и проходимых курсах, имеют доступ к расписанию и могут ознакомиться с данными о своей посещаемости. В административной области возможно произведение базовых CRUD-операций, добавление новых курсов, редактирование их атрибутов, назначение ответственного преподавателя, назначение на курс групп студентов, а также добавления связанных методических материалов. Впоследствии проект может быть дополнен функциями, позволяющими ему стать полноценной системой электронного обучения.

Обнаружение плоских поверхностей для представления дополненной реальности

Омельчук Д.С., Соломинов В.М., Геворгян А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
shadowmast1@mail.ru

Дополненная реальность (англ. augmented reality, AR — «расширенная реальность») — результат введения в поле восприятия любых сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и улучшения восприятия информации. Наложенная информация может быть конструктивной (то есть дополнять сведения об естественной среде) или деструктивной (то есть маскировать естественную среду) и плавно переплетаться с физическим миром, так что она воспринимается как захватывающий аспект реальной среды. Чтобы привести пример применения этой технологии, достаточно вспомнить футбольный матч, когда во время штрафного удара появляется стрелка, которая показывает расстояние до ворот.

Технически технология Дополненной реальности в смартфонах — это система визуальной инерциальной одометрии (ВИО) с простым определением 2D плоскости.

Визуальная одометрия (ВО) — метод оценки положения и ориентации робота или иного устройства с помощью анализа последовательности изображений, снятых установленной на нем камерой (или камерами).

По факту это означает, что программное обеспечение ВО отслеживает позицию смартфона в пространстве в реальном времени, т.е. вычисляет её с каждым обновлением дисплея, 30 или более раз в секунду. Эти вычисления производятся дважды, причем параллельно. Для более корректного измерения положения устройства в пространстве используется так называемая инерциальная единица измерения.

Инерциальная единица измерения (IMU) — это электронное устройство, которое измеряет и сообщает определенные характеристики тела, угловую скорость, а иногда и магнитное поле, окружающее тело, используя комбинацию акселерометров и гироскопов, иногда также магнитометров.

Нашей задачей является обнаружение плоских поверхностей в реальном мире с помощью камеры смартфона. Эту задачу как раз можно решить с помощью ВИО. Чтобы добиться решения поставленной задачи предлагается следующий алгоритм:

1. Получить входное изображение с использованием одной камеры или пары камер (стереокамер)

2. Коррекция изображения: применить методы обработки изображения для устранения искажения линзы и т. д.

3. Обнаружение объектов: определение операторов интереса, сопоставление объектов по кадрам и построение поля оптического потока

4. Проверка векторов поля потока на возможные ошибки отслеживания

5. Оценка движения камеры по оптическому потоку, используя фильтр Калмана, который определяет, какая из двух систем (визуальная или инерциальная) предоставляет лучшую оценку настоящей позиции устройства

6. Повторное проецирование трекпоинтов для поддержания охвата всего изображения.

Проделав все вышеперечисленные шаги, мы получим необходимую нам плоскую поверхность, найденную в реальном мире.

Список литературы

1. Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR (Usability) 1st Edition by Steve Aukstakalnis, 2016.

2. Augmented Reality: Principles and Practice (Usability) 1st Edition by Dieter Schmalstieg, Tobias Hollerer, 2015

3. Campbell, J.; Sukthankar, R.; Nourbakhsh, I.; Pittsburgh, I.R. "Techniques for evaluating optical flow for visual odometry in extreme terrain". Intelligent Robots and Systems, 2004

Структурная и параметрическая идентификация линейной стационарной системы на основе данных переходной функции

Осипов И.С., Костиков П.А.
Научный руководитель — Костиков П.А.
МАИ, Москва
osipovvania@icloud.com

При решении задач управления широко применяются математические модели. Обычно в технике модели строятся на основе анализа работы устройств и составлении уравнений их динамики. Методика составления таких уравнений изучается в профильных дисциплинах (теоретическая механика, теоретические основы электротехники, гидро- и газо- динамика и т. д.) [1]. Для сложных систем данный способ является чрезвычайно трудоемким.

В 1948 году Норберт Винер предложил описывать поведение системы на основе информации о поступающих в систему сигналов и откликах системы на эти сигналы [2]. При этом сложность построения модели переносится со сложности анализа работы устройства на сложность обработки процессов на входе и выходе. За последние десятилетия вышло много работ по идентификации систем. Недостатком идентификации систем на основе входных и выходных сигналов является сложный анализ статистических характеристик данных процессов.

Упростить анализ переходных процессов может использование нейронных сетей. Этот инструмент с 1980-х годов широко применяется для анализа и прогноза процессов. Принципиальной особенностью их применения для решения различных задач является наличие достаточно большого количества примеров и их решений. Эти примеры и решения составляют множество данных, используемых для обучения нейронной сети. После обучения нейронная сеть способна по предоставленным данным предложить решение, которое может быть достаточно точным.

Для решения задачи структурной и параметрической идентификации линейных стационарных систем предлагается разделить данную задачу на последовательное решение двух задач:

1) определение структуры линейной стационарной системы;

2) определение параметров линейной стационарной системы с известной структурой.

При заданной структуре линейной системы и заданных параметрах мы получаем конкретную передаточную функцию, для которой можем получить переходный процесс. Меня параметры системы мы получаем семейство переходных процессов. На основе значений переходных процессов, рассчитываем среднеарифметический переходный процесс для каждой структуры передаточной функции и сохраняем данный шаблон. Структурная идентификация происходит благодаря кластеризации – выявления максимально малого отдаления переходного процесса идентифицируемой системы от рассчитаных ранее шаблонов процессов.

Для параметрической идентификации, в среде Matheab с помощью пакета «nntool» обучаем нейронную сеть, задав на «вход-выход» уже полученные массивы с данными процессов и параметры передаточных функций. Подав на вход обученной сети значения переходного процесса, на выходе мы получим значения параметров передаточной функции. Разработанный алгоритм может найти

широкое применение в исследовании систем невысокого порядка и идентифицирует структуру и параметры системы с ошибкой не более 10%.

Список литературы

1. Маркеев А. П. Теоретическая механика (1999г.)
2. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине (1961г.)

Разработка программного обеспечения для распознавания математических формул

Остер Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
osterdarya@gmail.com

В настоящее время все больший объем информации хранится исключительно в электронном виде. Вместе с этим возникает проблема перевода в электронный формат различных книг и документов, существующих только на бумаге. И если набор обычного текста на клавиатуре занимает меньше времени, чем письмо на бумаге, то несколько сложнее обстоит дело с математическими выражениями. Формулы могут включать в себя большое разнообразие математических символов, латинский и греческие алфавиты, а расположение символов может отличаться от обычного построчного, что делает невозможным ввод только с помощью простого редактора и клавиатуры. Эта проблема решается с помощью программного обеспечения: так, например, редактор формул, встроенный в MS Word, позволяет выбирать символ и его расположение с помощью списков, но это значительно увеличивает время набора. При работе с формулами в системе для подготовки документа Latex необходимо знать подходящие команды. Использование для распознавания формул специальной программы может решить эти проблемы.

Разрабатываемая программа базируется на распознавании формул, содержащихся в изображении. Она должна уметь распознавать различные математические символы, латинский и греческий алфавиты. Также ей необходимо работать не только с однострочными формулами, но и с более сложной двумерной структурой. Результат распознавания будет выводиться в удобной для работы форме.

В подобном приложении нужно реализовать следующие функции:

1. Обработка загружаемого изображения, содержащего исходную формулу для удобной работы с ним в дальнейшем.
2. Сегментация изображения для получения символов как обособленного набора пикселей.
3. Определение расположения и размера каждого отдельного символа.
4. Определение значения каждого отдельного символа.
5. Совместный анализ расположения каждого символа в выражении и его значения для вывода конечного результата.
6. Вывод полученного результата в виде копируемого кода либо в виде сохраняемого файла.

Для решения поставленной задачи по обработке изображения подходит библиотека OpenCV. При сегментации используется алгоритм «Efficient Graph-Based Image Segmentation». Результаты сегментации используются также и для определения расположения символа. Далее каждый символ обрабатывается с помощью скелетизации. Такой метод упрощает процесс распознавания и приводит к более качественным результатам. Среди возможных методов распознавания отдельных символов был выбран метод с использованием нейронных сетей. Данный подход может помочь в распознавании печатных, и рукописных символов, а также, в отличие от таких методов, как шаблонный или признаковый, нет необходимости в определении набора правил для каждого отдельного символа. Для вывода результата используется язык разметки MathML. Основная причина его использования заключается в поддержке этого языка такими текстовыми редакторами, как Microsoft Word и OpenOffice.org.

Информационная система для оптимизации маршрутов авиации общего назначения

Очиров Э.В.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
ochirka.ardni@yandex.ru

Целью данной работы является автоматизация работы с техникой, персоналом и клиентами предприятий, работающих в сфере авиации общего назначения. Анализ объекта автоматизации

показывает, что такие предприятия в отличие от более крупных авиакомпаний, имеют следующие особенности:

• Ограничение финансовых и материальных ресурсов;
• Небольшой, но разнообразный авиапарк;
• Отсутствие регулярных рейсов;
• Ограничения по трасам и эшелонам полета;
• Более сильная зависимость от метеоусловий.

С учётом этих особенностей была проанализирована применимость существующих информационных систем для решения поставленной задачи, в частности, таких систем, как Saleslogix, SAPCRM, а также более узконаправленная система ИС Авиабит. Исследование показало, что применение этих систем на предприятиях авиации общего назначения нецелесообразно вследствие их дороговизны, большой ресурсоемкости, избыточности их функционала, необходимости квалифицированной и соответственно дорогостоящей поддержки этих систем.

Таким образом, актуальной является задача разработки простой и не требовательной к ресурсам системы в виде декстопного приложения с дружественным интерфейсом.

Следующее приложение должно обеспечить такие функции:

• Хранить и предоставлять информацию о состоянии воздушных судов и их технических характеристиках;
• Автоматизировать планирование маршрута;
• Хранить и предоставлять информацию о членах экипажей;
• Автоматизировать подбор составов экипажа для рейса.

В состав приложения входит база данных реляционного типа, пользовательский интерфейс, обеспечивающий вывод текстовой и графической информации.

В качестве средств разработки выбрана СУБД MySQL как бесплатная платформа, предлагающая множество функций, обеспечивающая поддержку большого количества типов таблиц и надёжность хранения данных, имеющая простой в использовании интерфейс. В качестве среды программирования выбран язык C#, который использует объектно-ориентированный подход к программированию, имеет большое количество библиотек и удобные средства работы с СУБД MySQL.

Разработка и анализ методов и средств хранения чисел с фиксированной и плавающей запятой

Павлов О.В.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
oleg101-101@mail.ru

На сегодняшний день в большинстве языков программирования для хранения дробных чисел используются числа с плавающей запятой. 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, и все данные записываются в память. Для типа данных float, занимающего 4 байта памяти, биты распределены следующим образом:

Знак (1 бит)Смещённый порядок (8 бит) Мантисса (23 бита)

Общий размер переменной типа float (32 бита)

Данный формат записи дробных чисел позволяет хранить как большие числа, так и крайне малые. Однако данный тип данных и все ему подобные, имеют ряд недостатков:

• Не позволяют поддерживать большую точность дробной части числа при увеличении целой части и наоборот.
• Приводят к ошибкам при проведении математических действий между двумя дробными числами, разница между порядками которых больше размера мантиссы.
• Имеют избыточный размер в случае работы с малыми числами.

Особенно актуальны данные проблемы для микроэлектроники и встраиваемых систем.

Для решения обозначенных проблем возможно использовать типы данных с фиксированным положением точки. Обладая фиксированным положением точки они всегда поддерживают фиксированную точность вне зависимости от значения целой части и исключают вероятность математических ошибок при работе с переменным одного типа.

Исходя из вышесказанного, можно считать, что наиболее актуальным является тип данных, имеющий размер 2 байта, так как он сможет занять свободную нишу наименьшего типа данных, способного хранить дробные числа. Для удобства предлагается именовать новый тип данных "fixed":

signed fixed

Общий размер переменной типа signed fixed — 16 бит, из них на знак — 1 бит, на целую часть — 7 бит, на дробную часть — 8 бит.

Промежуток значений: От -129+2^-8 до 128-2^-8 с точностью 2^-8

unsigned fixed

Общий размер переменной типа unsigned fixed — 16 бит, из них на целую часть — 8 бит, на дробную часть — 8 бит.

Промежуток значений: От 0 до 256-2^-8 с точностью 2^-8

Взаимодействие с другими типами данных.

Целочисленные типы данных

При приведении данных типов данных к fixed производится бинарный сдвиг влево на 8 позиций. В связи с этим значительно упрощается выполнение математических действий между целыми числами и числами с фиксированной точкой, что в свою очередь ускоряет выполнения программ.

Float

При приведении указанного типа данных к fixed производится бинарный сдвиг мантиссы на разницу между размером мантиссы, смещённым порядком и фиксированным порядком по формуле:

23 (размер мантиссы для float) — СП — 8 (фиксированный порядок для fixed).

Если результат больше нуля, производятся сдвиги вправо с добавлением единицы в первый разряд на первой итерации, а если результат меньше нуля, происходят сдвиги влево без добавления единицы.

Внедрение нового типа данных с фиксированной запятой позволит сократить количество занимаемых данных в тех случаях, где высокая точность не требуется и ускорить вычисления дробных чисел.

Разработка программного обеспечения для моделирования и визуализации проточной части турбореактивного двигателя

Перепечко С.В.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Костиков Ю.А.
МАИ, Москва
gungravewow@rambler.ru

Создание турбореактивных двухконтурных двигателей (ТРДД) с применением новых материалов и технологий является актуальной проблемой для современного двигателестроения. Возрастает роль информационных технологий в процессе проектирования и визуализации проточной части ТРДД и возникает задача разработки современного программного инструментария, позволяющего повысить эффективность рабочего процесса.

Архитектура программного обеспечения (ПО) реализована модульно. Методики расчета характеристик ТРДД основаны на алгоритмах, предложенных в работе [Л]. Разработанное ПО представляет собой совокупность DLL-модулей: интеграционного, представительного и расчетных, которые написаны на языке программирования C# 7.0 на платформе .NET Framework 4.6.2. Взаимодействие этих компонентов осуществляется при помощи интеграционного модуля, который обеспечивает управление ими, а также обмен информацией между ними.

Разработанное ПО осуществляет моделирование и визуализацию проточной части ТРДД при задаваемых пользователем параметрах, обеспечивает высокую производительность и отказоустойчивость, имеет современный дружественный интуитивно понятный интерфейс. Модульная архитектура обеспечивает масштабирование и расширяемость функциональных возможностей ПО, а специально разработанный целостный процесс его развертывания позволяет при необходимости подгружать недостающие для работы приложения компоненты без подключения к внешним источникам. Данное ПО позволяет поднять процесс проектирования проточной части ТРДД на качественно более высокий уровень.

В настоящее время программное обеспечение проходит тестирование на одном из авиационных предприятий.

Литература

Ржавин Ю. А., Емин О. Н., Карасёв В. Н. Лопаточные машины двигателей летательных аппаратов. Теория и расчет. – М.: Издательство МАИ, 2008. – 699 с.

Исследование проблемы мошенничества в личных сообщениях социальной сети «ВКонтакте» и реализация системы идентификации мошеннических текстов

Петраш Я.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицын С.А.
МАИ, Москва
petrashyana.pr@gmail.com

В условиях распространения мошенничества в социальных сетях особое значение отводится автоматическим средствам, способным обезопасить пользователей подобных сервисов.

Согласно правилам социальной сети «Вконтакте», администрация ресурса поддерживает право на свободу слова среди пользователей и не применяет автоматические технические средства для осуществления цензуры сообщений и контроля их содержимого, кроме специальных инструментов, предотвращающих нарушение прав на интеллектуальную деятельность, а также снимает с себя ответственность за содержимое сайта и последствия, вызванные действиями пользователей в отношении друг друга, в том числе за потерю персональных данных или финансовых ресурсов, заражение вредоносными файлами компьютерной системы [1].

В то время, как социальными сетями Instagram и Facebook применяются автоматические фильтры комментариев и механизмы отслеживания активности злоумышленников в целях борьбы со спамом и мошенничеством [2-3], «ВКонтакте», согласно тому же своду правил, принимаются меры по защите прав и интересов лиц только после обращения к администрации сайта. В связи с этим проблема спама и вымогательства денежных средств в личных сообщениях остается открытой.

В личные сообщения пользователей попадают ссылки на зараженные и поддельные сайты, спам рассылки, сообщения со взломанных аккаунтов других пользователей с просьбами перевести определенную денежную сумму. В виду вышеперечисленного, наблюдается необходимость реализации системы для идентификации мошеннических сообщений в социальной сети «ВКонтакте».

Система включает в себя следующие компоненты: модуль классификации текстов на категории легитимных и мошеннических и модуль взаимодействия между классификатором и элементами социальной сети «ВКонтакте». Модуль классификации текстов включает в себя классификатор на основе алгоритмов машинного обучения с поддержкой алгоритмов наивного Байесовского метода, метода опорных векторов, деревьев решений или K-ближайших соседей, а также базу данных, содержащей номера телефонов и карт, ранее замеченных в использовании аферистами.

Для результативной работы классификатора, помимо основного текста личных сообщений, необходимо выделить следующие характеристики сообщения: разницу во времени между сообщением и последним контактом с собеседником, тип чата, принадлежность оппонента к списку друзей, наличие в сообщении вложений и ссылок. Получение данных признаков происходит во время работы модуля взаимодействия социальной сети и классификатора с помощью функций API, предоставляемых «ВКонтакте» для разработчиков. Помимо этого, в модуле осуществляется первичная обработка текстов и выделение их признаков для дальнейшей передачи в качестве входных данных модулю классификации. Обработка предполагает приведение к строчному виду, удаления знаков препинания, специальных символов и слов, не влияющих на смысл содержимого, проверку и коррекцию орфографии, определение в тексте сообщения номеров телефона или банковских карт, числовых комбинаций денежной суммы при использовании регулярных выражений.

Для реализации модуля взаимодействия между классификатором и элементами социальной сети «ВКонтакте» было создано расширение Google Chrome, что позволило обеспечить кроссплатформенность и простую интеграцию с социальной сетью. Модуль классификации реализован в стиле REST-сервиса на языке Java. Взаимодействие между модулями выполняется посредством осуществления запросов и передачи блока обработанных сообщений в формате JSON. При получении сервером нескольких сообщений, проводится сравнение найденных в сообщениях телефонов и банковских карт с содержимом базы данных, дополнение соответствующими пометками при совпадении, векторизация данных и непосредственно классификация. Результат вычислений возвращаются клиенту для представления их пользователю в понятном виде.

Реализация системы идентификации мошеннических текстов повысит безопасность личных сообщений пользователя, поспособствует сохранению материальных средств и получению положительного опыта использования социальной сети.

Список литературы

1. Правила пользования Сайтом ВКонтакте [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/terms (дата обращения: 15.02.2019)

2. Applying machine learning science to Facebook products [Электронный ресурс]. URL: https://research.fb.com/category/machine-learning (дата обращения: 15.02.2019)
3. The Amazing Ways Instagram Uses Big Data And Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. URL: https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/03/16/the-amazing-ways-instagram-uses-big-data-and-artificial-intelligence/#36dfaf6b5ca6 (дата обращения: 15.02.2019)
4. Донской В. И. Алгоритмические модели обучения классификации: обоснование, сравнение, выбор источник – Симферополь: ДИАЙПИ, 2014. – 228 с.

Анализ изображений и их смыслов

Пименова Д.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Лемтюжникова Д.В.
МАИ, Москва
darya.pimenova2010@yandex.ru

В настоящее время в сети находится огромное количество данных, которые нуждаются в систематизации и классификации. Настолько большие объёмы информации невозможно проанализировать и отсортировать вручную, а это значит, что её обработку нужно автоматизировать. Одним из видов данных, требующих тщательной обработки, являются графические данные, а именно — изображения.

В данной работе ставится задача распознавания образов и смыслов на картинах. Для решения данной задачи использовалась сверточная нейронная сеть. Свёрточная нейронная сеть – специальная архитектура искусственных нейронных сетей, нацеленная на эффективное распознавание изображений. Структура сети – однонаправленная и многослойная, то есть чередуются свёрточные и субдискретизирующие слои. Для обучения сверточных нейронных сетей требуется много данных, иначе можно получить эффект «переобучения» – это ситуация, когда нейронная сеть запоминает и обобщает признаки, характерные не для заданных объектов, а для отдельных элементов обучающей выборки.

Для того, чтобы отнести изображение к определённой категории, следует распознать элементы, находящиеся на нём. Для распознавания объектов применяется нейросеть VGG16, предобученная на выборке ImageNet. Эта выборка представляет собой набор из изображений высокого разрешения, размеченных пользователями. ImageNet содержит примерно 1000 картинок на каждую из 1000 категорий. В итоге мы имеем 1.2 миллиона тренировочных изображений, 50000 проверочных и 150000 для тестирования.

В связи с отсутствием больших и доступных для скачивания наборов картин с описаниями объектов на них выборка составлялась вручную с применением написанной автором программы, благодаря которой возможно сохранять изображения с сайта вместе с сопутствующей информацией о них, в частности информацией о жанре изобразительного искусства, объектах, изображённых на картине, их взаимодействии друг с другом, а также посыл и смысл данного произведения.

Всю работу можно разбить на несколько этапов:

- Подготовка обучающей выборки с большим количеством размеченных изображений
- Обучение нейронной сети на созданной выборке
- Сохранение весов нейросети
- Дообучение сети на изображениях картин
- Тренировка сети
- Получение результата на наборе ранее не рассматриваемых изображений картин

Таким образом, получается нейросеть, которая может распознавать новый уровень абстракций и интерпретировать их значения и смысл.

Разработка комплекса инструментов для создания и разметки корпусов текстов

Попов С.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
sergey1404sergey@mail.ru

Разработка комплекса инструментов для создания и разметки корпусов текстов.

Некоторое время назад исследования в области лингвистики осуществлялись вручную. На сбор информации затрачивалось много времени. С прогрессом в области информационных технологий аналогичные работы стали возможны при помощи автоматизированных инструментов по сбору и

систематизации информации. Для создания и исследования алгоритмов решения задач компьютерной лингвистики необходимы большие массивы текстовой информации.

Корпус – это свод текстов и информации по ним, собранных в соответствии с определенными принципами, размеченных по определенному стандарту и обеспеченных поисковой системой [2]. На данный момент создано большое количество корпусов, но среди них не очень много корпусов, содержащих тексты на русском языке:

• Национальный корпус русского языка;
• Компьютерный корпус текстов русских газет конца XX века;
• Корпус русского языка ХАНКО (Хельсинский университет);
• Корпусы русских текстов на сайте Университета в Лидсе, Великобритания.

Формирование корпуса – большая задача, которая содержит в себе несколько подзадач: сбор, обработка, анализ и непосредственно разметка данных.

В целях оптимизации процесса подготовки и использования корпусов целесообразно разработать комплекс инструментов для создания и разметки корпусов текстов, ориентированных на решение различных задач автоматического анализа текстов. Результатом работы комплекса станет пополняемый корпус с расширяемой разметкой. Инструмент должен уметь собирать информацию с конкретного веб-сайта по ряду условий, заданных пользователем в конфигурационном файле и заложенных в самом инструменте. После получения информации тексты работ должны быть конвертированы в XML-документ с расширяемой разметкой, содержащей информацию о работе и ее текст.

Сбор информации может осуществляться с различных информационных ресурсов в зависимости от назначения корпуса и принципов репрезентативности и сбалансированности. Для наполнения и последующего расширения корпуса научных текстов сбор информации происходит в автоматическом режиме с Интернет-ресурса «Научная электронная библиотека» [3] программным модулем (краулером). Инструмент разработан средствами языка программирования Python 3 и специализированной библиотекой для создания краулеров – Scrapy.

Взаимодействие с веб-ресурсом происходит посредством GET запросов. Для сбора данных применяются фильтры по тематикам и происходят разного рода проверки:

• Возможно ли скачать текст;
• Полная ли версия работы представлена;
• На каком языке написана работа.

В «Научной электронной библиотеке» [3] тексты хранятся в формате PDF (Portable Document Format), поэтому для выделения разметки корпуса в комплексе реализована возможность конвертации из PDF в простой текстовый формат (TXT) для дальнейшей обработки и преобразования в XML-файл.

Алгоритм добавления текста включает в себя следующие шаги:

• Отправка GET-запроса на сайт elibrary.ru с нужным набором параметров заголовка;
• Ответ на стартовый (первый) GET-запрос пришел положительный;
• Формирование и отправка формы для авторизации пользователя при помощи пары логин/пароль;
• Отправка запроса на получение названий и кодов всех рубрик;
• Отправка POST-запроса на получение кода и название рубрики;
• Формирование формы, которая использует код рубрики для поиска публикаций;
• Получение количества полученных страниц;
• Проверка к полному доступу к тексту: работа осуществляется только с теми публикациями, у которых есть полный текст работы;

проверка языка: работа осуществляется только с теми публикациями, которые написаны на русском языке;

• Конвертация PDF-файла в TXT;
• Сохранение данных в базу данных.

Затем на основе этих данных создаются XML-документы с использованием специально разработанной ранее разметки, позволяющей сохранять тексты и дополнять их вручную или автоматически формируемыми признаками.

Разработанный инструмент способен создавать корпусы текстов с динамической разметкой. Краулер путем настройки конфигурации возможно адаптировать и для других Интернет-ресурсов, например, Интернет-версии Большой российской энциклопедии, Википедии и др.

Список литературы

1. Чем занимается компьютерный лингвист? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://thequestion.ru/questions/64407/chem-zanimaetsya-kompyuternyi-lingvist, свободный – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 20.02.2019)

2. Недошивина Е.В., Программы для работы с корпусами текстов: обзор основных корпусных менеджеров. работа с системой DDC // Языковая инженерия: в поиске смыслов. С. 74-83.
3. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/, свободный – Заглавие с экрана. – (20.02.2019)

Хранение и обработка Big Data в NoSQL базах данных

Попов Т.К., Темнов А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
timur2915@gmail.com

При проектировании информационных систем возникает необходимость в создании горизонтально масштабируемых хранилищ для потоковой записи и обработки больших объемов данных. Привычный подход на основе реляционной модели не обеспечивает возможность динамически увеличивать или уменьшать кластер базы данных. Также реляционная модель не обеспечивает децентрализованное хранение данных. В данной работе рассматривается модель разработки базы данных на основе NoSQL. Описывается подход к проектированию BigTable, настройке репликации данных и обеспечению High Availability уровня базы данных. В качестве примера рассмотрены две реализации NoSQL базы данных: Apache Cassandra и DynamoDB.

Настройка кластера базы данных позволяет обрабатывать пиковые нагрузки путем добавления дополнительных вычислительных мощностей (database node). При создании, измененении, обновлении данных в таблице происходит получение hash от первичного ключа записи и определение узла на основе допустимого диапазона hash значений. В связи с тем, что hash функция является неустойчивой функцией – на каждый узел приходится равное количество операций, таким образом, система сбалансирована.

В ходе работы разработаны приложения для нагрузочного тестирования, а также прикладное приложение (хранение и анализ транзакций пользователя на бирже) с двумя уровнями базы данных. В первом случае подразумевается, что информация должна храниться на локальных серверах. В этом случае в качестве базы данных была выбрана Apache Cassandra. Во втором случае данные хранятся в облачном ресурсе Amazon Web Services с помощью ресурса DynamoDB.

В итоге, описан подход к проектирования NoSQL баз данных, проведено сравнение реализаций Apache Cassandra и DynamoDB, выполнено нагрузочное тестирование до и после конфигурации указанных систем и сделано сравнение производительности в различных условиях работы (запись / чтение разного объема данных).

Использование OLAP-кубов для аналитической обработки данных

Проценко С.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
sdpqrage@yandex.ru

В настоящее время информация, используемая в различных областях, занимает огромное количество памяти в базе данных и сложно оценивается в том виде, в котором она хранится. Как одно из решений проблемы структурирования данных в виде, удобном для аналитиков, бизнес-аналитиков, менеджеров и руководителей высшего звена используются OLAP кубы.

OLAP-куб — (On-Line Analytical Processing — интерактивный анализ данных) способ суммирования и отображения больших объемов данных, предоставляя доступ пользователю к любым меткам куба. Таким образом, на основе OLAP-куба можно получить сведенный, срезанный и плоскостной спектр данных, относящихся к сфере интересов пользователя.

Полезной функцией куба OLAP является то, что данные в кубе могут содержаться в статистическом виде. Для пользователя это выглядит так, словно в кубе уже заранее есть все необходимые ответы, поскольку куб содержит множество предварительно вычисленных значений. Не отправляя запрос в исходную базу данных OLAP, куб может почти мгновенно возвращать ответы на широкий спектр вопросов.

Сравнивая структуру хранения данных в кубах OLAP и в реляционных базах данных стоит обратить внимание, что в реляционные БД состоят из набора таблиц, связанных между собой, что, в свою очередь, приводит к путанице связей между таблицами. В OLAP-кубах информация представлена в общем виде. Кубы данных OLAP обычно содержат информацию, представленную в

заранее разработанном формате. Таким образом, операции группировки, фильтрации, сортировки и объединения данных в кубах выполняются перед заполнением их информацией. Это делает извлечение и вывод запрашиваемых данных максимально упрощенной процедурой. В отличие от реляционных баз данных, нет необходимости в упорядочении информации должным образом перед выводом ее на экран.

Основными компонентами куба OLAP являются: размерности, иерархии, уровни, члены и меры.

Размерности — основная характеристика анализируемых элементов данных. К наиболее общим примерам сюда можно отнести «Товары», «Покупатель», «Сотрудник».

Иерархии — заранее определенная агрегация уровней в указанной размерности. Иерархия позволяет создавать сводные данные и анализировать их на различных уровнях структуры, не вникая во взаимосвязи, существующие между этими уровнями.

Уровни представляют собой категории, которые агрегируются в общую иерархию. Другими словами это поля данных, которые можно запрашивать и анализировать отдельно друг от друга.

Члены — отдельный элемент данных в пределах размерности. Доступ к членам обычно реализуется через OLAP-структуру размерностей, иерархий и уровней.

Меры — это реальные данные в кубах OLAP. Меры сохраняются в собственных размерностях, которые называются размерностями мер. С помощью произвольной комбинации размерностей, иерархий, уровней и членов можно запрашивать меры. Подобная процедура называется «нарезкой» мер.

В списке полей сводной таблицы OLAP меры выводятся первыми и обозначаются значком суммирования (сигма). Это единственные элементы данных, которые могут находиться в области «Значения». После них в списке указываются размерности, обозначенные значком с изображением таблицы. В эту размерность вложен ряд иерархий. После развертывания иерархии можно ознакомиться с отдельными уровнями данных. Для просмотра структуры данных куба OLAP достаточно перемещаться по списку полей сводной таблицы.

Тем самым, OLAP-кубы можно построить на основе огромного количества иерархий, и, структурировав их, выводить только ту информацию, которая интересна пользователю в виде, удобном для восприятия.

Разработка модуля распознавания графических данных

Редько М.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
redko10maksim@gmail.com

При разработке турбинных двигателей возникает необходимость расчета обобщенных характеристик. Для этих параметров предоставляются методы расчёта или программные решения данной проблемы. В рассматриваемой нами задаче была необходимость в переносе данных с изображений графиков в численные значения для использования в программном комплексе. Данная задача актуальна, потому что позволит автоматизировать или упростить перенос любых данных из графического вида в цифровое представление.

Предлагаем программный комплекс, который предоставляет набор инструментов, позволяющий распознавать данные на бумажных носителях и оцифровывать их. Цель данного метода: на основе существующих моделей ТРДД, получать более эффективные характеристики, путем наглядного анализа полученных расчетных данных. Он позволяет наносить точки для восстановления графика зависимости, которые могут быть использованы в качестве исходных данных в расчёте обобщенных характеристик ТРДД т.е. получение графиков «Расход компрессора» и «КПД компрессора» и использование их как исходных при различных начальных условиях. Так же данный метод предоставляет возможность использования согласованной деформации изображения для масштабирования отдельных частей графика для более точного переноса информации с бумажных носителей. Данное приложение реализовано на Python и OpenCV. Простота интерфейса позволяет использовать данный комплекс оператору вне зависимости от его прикладных знаний использования компьютера.

Был спроектирован и разработан универсальный инструмент для анализа данных, представленных в виде графиков. Модульность приложения позволяет легко внедрить отдельные части проекта в схожие проекты с задачей обработки данных.

Автоматическое аннотирование изображений, содержащих картины, с помощью нейронных сетей

Романов В.И.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Лемтюжникова Д.В.
МАИ, Москва
dreezed@yandex.ru

На сегодняшний день в связи с развитием мультимедийных технологий у организаций и пользователей накопились огромные базы данных изображений, с каждым годом количество этих изображений лишь увеличивается. Аннотирование вручную каждого отдельного взятого изображения неэффективно, поэтому для автоматизации данного процесса используются нейронные сети.

В данной работе ставится задача автоматического аннотирования изображений, содержащих картины, с помощью нейронных сетей.

Для ее решения используются полносвёрточная нейронная сеть и нейронная сеть с долгой краткосрочной памятью. Полносвёрточная нейронная сеть – это специальная архитектура искусственных нейронных сетей, нацеленная на максимально эффективное распознавание изображений. Сеть состоит из многих чередующихся однонаправленных полносвязных, субдискретизирующих и свёрточных слоев. Нейронная сеть с долгой краткосрочной памятью – реккурентная нейронная сеть, содержащая в себе LSTM-модули, способные запоминать значения как на короткие, так и на длинные промежутки времени. Подобным нейронным сетям для обучения необходим большой объем данных, иначе может возникнуть так называемый эффект «переобучения» – запоминание и обобщение нейронной сетью признаков, характерных не для заданных объектов, а для элементов обучающей выборки.

Чтобы составить аннотацию для определенного изображения, необходимо последовательно распознать элементы, которые содержит изображение, чтобы составить из интерпретирующих их слов цельную семантическую конструкцию. Для распознавания объектов применяется нейронная сеть VGG16, предобученная на выборке Flickr30k. Данная выборка состоит из 30000 изображений, имеющих в общей сложности 158000 вариантов аннотаций.

В связи с отсутствием больших и доступных для скачивания выборок картин с описаниями объектов на них выборка составлялась вручную с применением парсера – специального програмного обеспечения, благодаря которому возможно сохранять изображения с сайта вместе с сопутствующей информацией о нём, в частности информацией о жанре изобразительного искусства, объектах, изображённых на нём, их взаимодействии друг с другом, а также посыл и смысл данного произведения. Всю работу можно разбить на несколько этапов:

1) подготовка обучающей выборки с большим количеством аннотированных изображений;
2) обучение нейронной сети на созданной выборке;
3) сохранение весов нейронной сети;
4) дообучение сети на изображениях картин;
5) тренировка сети;
6) получение результата на наборе ранее не рассматриваемых изображений картин.

Таким образом получается нейронная сеть, обученная на автоматическое аннотирование изображений, позволяющая более качественно распознавать изображения с картинами, что довольно полезно при работе, так или иначе связанной с искусством.

Решение задачи математической модели распада одиночного разрыва в одиночном канале и скачком площади сечения

Руденко П.И.
МАИ, Москва
alexsam567@gmail.com

Постановка задачи: разработать алгоритмы для программы и саму программу, которая будет решать системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка с постоянными коэффициентами.

В данной работе рассматривается течение жидкостей и газов в каналах многих энергетических установок можно представить как череду сменяющих друг друга участков двух типов. Если первые характеризуются относительно слабыми, распределенными по длине канала воздействиями на поток, легко моделируются и реализуются простыми методами и средствами вычислительной техники (ВТ),

то вторые являются их полной противоположностью. Скачки площади поперечного сечения канала, локальный подвод-отвод тепла и массы через произвольно ориентированные боковые патрубки, раздача потока в веер каналов различных сечений и ориентации, комбинации перечисленных воздействий, в том числе со скачками уплотнения. Все это радикально меняет ситуацию по всему спектру этапов решения проблемы: средством реализации становятся профессиональные газодинамические пакеты, а объектами – локальные участки каналов с трехмерным, иногда нестационарным, со свободной границей течением. Предлагаемая работа, рассматривает истечение из канала и раздачу потока в расходящийся веер каналов в зависимости от конструкции элементов узла, а не от перепада давлений между каналом и внешней средой.

Выполнен анализ и сравнение с подходами других авторов.

Актуальность данной работы связана с тем, что решение задачи математической модели распада одиночного разрыва в одиночном канале и скачком площади сечения находит применение в численных методах при решении нестационарных задач с большими разрывами. Именно на решении (точном или приближенном) задачи о распаде разрыва основывается метод Годунова решения систем нестационарных уравнений механики сплошной среды.

Для решения конкретной задачи распада одиночного разрыва в одиночном канале и скачком площади сечения на данный момент каких-либо программ не существует.

На основании этого и проведенного анализа существующих решений были сделаны выводы о необходимости разработки собственной программы, потому что ни одна из программ не удовлетворяет нужный нам функционал.

Необходимо разработать программное обеспечение, автоматизирующее процесс моделирования и решения задачи распада произвольного разрыва в одиночном канале и скачком площади сечения.

Для решения системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка с постоянными коэффициентами, описывающих распад одиночного разрыва, предполагается выбрать один из методов нелинейного программирования:

- Решить задачу Коши.
- Метод исключения.
- Метод Эйлера.

Использование гибридных алгоритмов на основе нейронных сетей для решения задач комбинаторики

Рыжов В.С.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Аверкин А.Н.
МАИ, Москва
vladryzov@gmail.com

Постановка задачи. Исследование существующих методов и решений задачи коммивояжера с помощью средств комбинаторики; сравнительный анализ существующих алгоритмов; рассмотрение гибридизации, как варианта решения задачи.

На текущем этапе развития инфраструктуры и технологий растет количество систем, в которых требуется обеспечивать постоянный обмен информацией, а также количество конечных точек в этих системах, все более актуальной становится проблема обеспечения качественной логистики. Возникает потребность в алгоритмах способных, просчитывать маршруты транспортировки между этими конечными пунктами.

Задача коммивояжера – одна из самых известных задач комбинаторной оптимизации, заключающаяся в поиске самого выгодного маршрута, проходящего через указанные конечные пункты хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный пункт.

Основные алгоритмы:

- Полный перебор
- Метод ветвей и границ
- Ближайшего соседа
- Рекурсивный перебор
- Муравьиной колонии
- Алгоритм интеллектуальных капель
- Метод имитации отжига
- Генетический алгоритм

После проведения анализа существующих алгоритмов, решающих данную задачу, были выявлены их несовершенство и ограниченность в зависимости от заданных параметров, что оставляет открытым вопрос о создании нового «универсального» алгоритма.

Была поставлена задача разработать гибридный алгоритм для решения задачи коммивояжера, который будет совмещать в себе преимущества отдельных методов путём комбинации их порядка применения.

Существующие гибридные методы включают в себя зачастую использование только двух основных алгоритмов – муравьиной колонии и генетический алгоритм. Они показывают высокую скорость нахождения конечного маршрута и относительно низкую его длину в сравнении с другими вариантами гибридизации. Однако с увеличением числа конечных пунктов данные алгоритмы не могут выполнять свои функции и становятся неприменимыми.

В ходе работы планируется рассмотреть как можно больше вариантов комбинаций существующих методов и реализовать их взаимодействие. Для этого необходимо исследовать преимущества и недостатки каждого из них и возможные варианты их взаимодействия, что позволит выделить «универсальный» (или группу таковых) алгоритм.

Для наглядности сравнения полученных результатов работы алгоритмов необходимо разработать систему, которая позволит смоделировать и сравнить итоговые значения. Данную задачу можно выполнить с помощью функционала пакета MatLab.

Автоматизированная система формирования отчётной документации о патентных исследованиях

Рябчикова М.В.
Научный руководитель — к.т.н. Селянова И.А.
МАИ, Москва
89107297131@yandex.ru

Создание отчётов в наше время – необходимая задача в любой сфере деятельности человека. Для повышения эффективности выполнения задачи формирования отчета (сокращения трудозатрат и времени) имеет смысл применять различные информационные автоматизированные системы (ИАС). ИАС не может заменить человека полностью, но может повлиять на скорость получения обработки данных. В процессе исследования, проектирования или реализации различных высокотехнологичных устройств и изделий на каждом из этапов жизненного цикла необходимо каким-либо образом фиксировать получаемые результаты. На данный момент наиболее распространённым способом является формирование различных отчетных материалов о проделанной работе. Таким образом, автоматизация процесса, формирования отчетной документации является актуальной.

Разработка представленной в данной статье автоматизированной системы нацелена на информационное сопровождение проведения патентных исследований и автоматизацию процесса формирования отчетных документов, связанных с этой деятельностью. Порядок проведения патентных исследований включает несколько этапов, каждый из которых завершается оформлением той или иной отчётной документации, которая оформляется в соответствии с ГОСТ 15.011 – 96 [1].

С целью выявления патентоспособных результатов интеллектуальной деятельности в соответствии с ГОСТ 15.301 – 2016 [2] на каждом этапе разработки необходимо производить патентные исследования (ПИ). Из этого также следует актуальность разработки данной системы.

Так как предприятия, занимающиеся разработкой вооружения и военной техники (ВиВт) в России в данное время сильно ограничены в возможности установки дополнительного специального программного обеспечения (СПО), а ПИ необходимо проводить в каждом подразделении по каждой теме, разрабатываемая система должна быть доступной для пользователей, не обладающих специальными навыками программирования, при этом обеспечивать высокий уровень безопасности и функционировать с использованием доступных средств создания и редактирования отчётных материалов, без установки дополнительного программного обеспечения. В связи с этими требованиями было принято решение о создании программного средства, которое будет основано на использовании макроса, написанного на языке программирования Visual Basic for Applications (VBA). VBA предназначен для работы с объектами Office, что позволяет эффективно применять её для автоматизации деятельности, связанной с разработкой различных типов документов.

Выбор среды разработки (Visual Basic и Microsoft Word) обусловлен следующим:

- Большинство рабочих мест оснащены ОС Windows и Microsoft Office;
- Элементарным приёмам работы с Office пользователей в большинстве случаев обучать не нужно;

• Возможность использования встроенного языка без установки дополнительной среды разработки;

• Используемый код и полученная документация создаётся под управлением только одного пользователя, за счёт чего повышается безопасность разрабатываемого программного обеспечения (ПО);

• Макросы VBA могут быть перенесены на любой ПК, где установлен пакет MS Office Word, за счёт чего осуществляется масштабируемость ПО.

Шаблоны отчётной документации будут написаны на языке разметки гипертекста HTML. Язык позволяет строить документы любой сложности и обладает компонентами, которые обеспечат независимость системы и сформированных материалов от рабочего места оператора. Для редактирования HTML документа не требуется специальный редактор, все изменения можно делать в любом текстовом редакторе.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод: при таком подходе представленная система может быть внедрена на крупных высокотехнологичных предприятиях для автоматизации формирования патентной документации. В дальнейшем предполагается развивать ИАС для возможности работы с другими видами отчетов, где есть четкая формализация разделов и источников информации.

Список литературы

1. ГОСТ 15.011 – 96 Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. [Электронный ресурс]: // – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/5200264 (дата обращения: 05.11.2018).

2. ГОСТ Р 15.301 – 2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200141162 (дата обращения 05.11.2018).

Проектирование, разработка и создание прототипа интернет-магазина

Саламов Х.Т.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семенов Г.Е.

МАИ, Москва

xet.Salamov@mail.ru

На сегодняшний день количество интернет-пользователей постоянно и быстро возрастает, что влечет за собой стабильный рост спроса на интернет-покупки. По этой причине создание интернет-магазина является актуальной задачей для любой торговой сети.

Интернет-магазины имеют значительное превосходство над розничными магазинами, которое заключается в экономии времени и расширении ассортимента товаров. Это и толкает производителей на переход с розничной торговли на интернет-торговлю. Товары высшего качества, доступность к пониманию информации о товарах и эффективная система сбыта продукции делают интернет-магазин успешным на рынке.

Интернет-бизнес выступает, прежде всего, как крайне сложная и эффективная прикладная информационная система. Интернет-магазин – это совокупность технологий, используемых для создания интернет-проекта, которая дает возможность потенциальному покупателю получить подробную информацию об интересующем его товаре или услуге, сделать заказ, произвести оплату, оформить доставку прямо через интернет.

Электронный каталог – информационная база, хранящая сведения о товарах и предоставляемых услугах для клиентов и бизнес партнеров. Это дает возможность обмена дополнительной информацией между производителями и покупателями, что позволяет сокращать затраты на покупки и поставки в организациях. Электронный каталог является составной частью электронной торговой системы.

Для создания интернет-магазина в данном проекте был применен перспективный на сегодняшний день язык веб-программирования PHP, на котором написаны большинство CMS, в том числе Joomla. У большинства систем управления вся полезная информация, учетные записи пользователей, структура разделов сайта, навигация, полезный контент, и большое количество служебной информации, содержится в базе данных. Обращение к базе данных происходит при помощи специальных функций языка PHP, с помощью которых были разработаны процедуры поиска, фильтрации, и сортировки информации. В качестве реляционной базы в проекте был использован MySQL.

В базе данных сформированы шаблоны и прототипы библиотеки сущностей интернет-магазина. Необходимо организовать хранение типовой информации, такой как характеристики товаров, классификаторы товаров для осуществления эффективного поиска, информация, позволяющая определять наличие товара на складе.

Сформированный прототип базы данных универсален и подойдет для большинства современных магазинов.

Базы данных и прогнозирование основных показателей развития стран и ведущих корпораций мира

Самедов Ш.Э., Гречушкин А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва; Баку, Азербайджан
sahintt802@mail.ru

Экономический прогноз – это научно обоснованное предвидение возможных направлений развития субъектов экономики: стран, предприятий, хозяйств и их структурных подразделений. Прогнозирование социально-экономических систем, принимая форму различных макроэкономических прогнозов развития социально-экономической системы страны, находит применение в масштабах государства и в рамках конкретных предприятий и организаций в виде, например, прогнозирования объемов выпуска продукции или прогнозирования объемов продаж.

Отличительной особенностью прогнозирования является то, что оно описывает возникновение процессов и объектов, которые в данный момент недоступны непосредственному восприятию и проверке на практике.

Основной задачей экономического прогнозирования является анализ возможных проблем экономического развития в ближайшей и отдаленной перспективе и на базе этого анализа выбор наиболее предпочтительной стратегии принятия решений в настоящем и будущем, используя существующие для этого постоянно пополняемые базы данных показателей экономики стран мира и их ведущих предприятий.

Так база данных Всемирного банка включает большой набор параметров развития стран мира, такие как:

- Валовый внутренний продукт (ВВП)
- Промышленность
- Сельское хозяйство
- Чистый национальный доход
- Экспорт товаров и услуг
- Импорт товаров и услуг
- Индекс потребительских цен и многие другие параметры.

А рейтинг Forbes Global 2000 с 2004 по 2018 для ведущих, имеющих глобальный общемировой характер своей деятельности предприятий включают такие показатели, как:

- Рыночная стоимость
- Прибыль
- Активы
- Продажи и другие параметры.

Наличие этих данных позволяет решать задачи прогнозирования экономических показателей стран России, СНГ и других стран мира, а также крупнейших предприятий мира, часть из которых рассматривается авторами настоящей работы. Что позволяет определять основные направления развития экономики, отражать всю совокупность сложных внешних и внутренних связей и взаимодействий стран и их наиболее крупных корпораций.

В целом значимость прогнозирования заключается в том, что оно, раскрывая будущие взаимосвязи явлений объективной реальности, увеличивает разнообразие, расширяет выбор вариантов развития исследуемой системы и, как следствие, способствует принятию эффективных управленческих решений.

Определение полных форм сокращений в инструменте устранения сокращений в текстах на русском языке

Самохин А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
arteemmius@mail.ru

Задача разработки инструментов устранения сокращений в текстах на русском языке занимает значительное место в решении задач автоматического анализа текстовой информации [1].

Алгоритмы по устранению сокращений в текстах на естественном языке в общем случае включают в себя четыре основные подзадачи:

1. Поиск сокращений в тексте.
2. Определения полных форм найденных сокращений.
3. Определение нужных форм, в которых должны стоять развернутые сокращения.
4. Преобразование полных форм сокращений к форме с правильными морфологическими характеристиками.

В системе по устранению сокращений в текстах на естественном языке [2] были решены все вышеперечисленные подзадачи. В ходе эксплуатации было установлено, что система обладает недостаточно большой базой данных сокращений, в силу чего достаточно высок процент ошибок первого рода.

Кроме того, не менее важной проблемой является необходимость регулярного пополнения словаря сокращений с целью поддержания достаточного уровня актуальности хранимых данных для сохранения возможности использования системы на современных словарных статьях и текстах. Еще одной серьезной проблемой является неоднозначность определения полной формы сокращения, т.к. многие сокращения используются в разных контекстах и предметных областях, имея разное значение.

Поэтому была дополнена структура словаря в системе и разработан новый алгоритм определения полных форм сокращений. При формировании структуры базы данных были учтены особенности решаемой задачи, а также был достигнут достаточный уровень полноты хранимой информации. В качестве СУБД была выбрана SqlLite [3] – встраиваемая кроссплатформенная СУБД, поддерживающая достаточный набор SQL команд. Источником данных является веб-ресурс sokr.ru [4] – самый полный электронный словарь сокращений, акронимов, аббревиатур и сложносоставных слов русского языка. Для получения необходимой информации из [4] и добавления ее в базу данных, был разработан краулер на языке Python. Кроме того, для определения предметных областей исходных данных используется программная система классификации текстов [5], способная сохранять достаточную точность определения областей принадлежности на большом корпусе текстов.

Алгоритм определения полных форм включает в себя поиск толкования выделенного из текста сокращения в словаре. Для некоторых из сокращений в словаре приводится несколько вариантов расшифровок, указывается предметная область или имеется комментарий по сфере употребления данного слова. В том случае, когда сокращению соответствует несколько полных форм, осуществляется сравнение информации о предметных областях из базы данных с результатами работы классификатора для выбора наиболее подходящей полной формы для соответствующего сокращения.

Реализованный алгоритм определения полных форм сокращений будет внедрен в систему устранения сокращений в текстах на русском языке [2] с целью повышения точности расшифровки сокращений. В дальнейшем для определения точности выделения сокращений с учетом предметных областей, в которых они используются, будет подготовлен размеченный корпус текстов, что позволит предложить более эффективные способы решения рассматриваемой подзадачи.

Предложенный алгоритм определения полных форм сокращений позволит получить в системе максимально полный словарь сокращений, актуализировать его и расшифровывать сокращения с учетом предметных областей. Все это даст возможность улучшить качество работы инструментов автоматического анализа текстов.

Список литературы

Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика.:
Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. Учебное пособие. – М.: МИЭМ, 2011. 272 с. (Дата обращения 10.02.2019)

2. 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 10.02.2019)
3. СУБД SqlLite [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/SQLite – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 10.02.2019)
4. Лебедев А.А. Самый большой в мире словарь сокращений русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sokr.ru – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 10.02.2019)
5. Белов С.М. Программная система классификации текстов на русском языке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/KathrinBeaver/TextAnalyzer (Дата обращения 10.02.2019)

Автоматизация поиска авиабилетов

Сапунов М.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
maxxsmile@yandex.ru

В настоящее время растет необходимость пользоваться не только привычным наземным транспортом, но и воздушным, таким как самолеты. Другими словами, все более актуальней и популярней становятся услуги, предоставляемые авиакомпаниями, одной из которых является перевозка пассажиров.

Тема автоматизации поиска авиабилетов на основе мобильных онлайн-сервисов является актуальной сейчас и будет актуальной еще не одно десятилетие. Об этом говорит как увеличение количества пассажиров (клиентов авиакомпаний), так и развитие рынка смартфонов. Все это вкупе дает понять, что все большее число пассажиров пользуются услугами авиаперевозок, равно как и все большее число таких же людей пользуются смартфонами.

Подтвердим это. Согласно информации на сайте 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.

Намного удобней проверить билет, скажем, не вставая с кровати, просто открыв приложение на смартфоне. Именно для этого и разрабатывается мобильный онлайн-сервис поиска авиабилетов.

В данной работе будут исследованы наиболее популярные платформы для развертывания мобильного онлайн-сервиса, приведено сравнение существующих решений, а также проанализированы их отличия от разрабатываемого приложения.

Новизна состоит в том, что многие сложные вопросы, с которыми сегодня сталкиваются потенциальные клиенты авиакомпаний, могут быть преодолены если разработать мобильное приложение, которое значительно упростит поиск и покупку авиабилетов.

Модели прогнозирования временных рядов для мониторинга сложных систем

Семенова Т.Б., Думанский А.И., Бабуджи С.Ю.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
sem.tatiana@inbox.ru

С древних времен человечество интересовалось своим будущим. Чтобы узнать, что грядет дальше, придумывались различные методы предсказаний. При этом люди опирались на поведение природы, положение звезд на небе, а также на внутренние ощущения и интуицию. С течением времени, по мере развития науки, требования к методам предсказания будущих явлений становились строже. Постепенно при исследовании возникновения тех или иных событий, начали выявляться определенные закономерности.

В настоящее время прогнозирование используется для того, чтобы иметь возможность влиять на события, вовремя распознавать возможное наступление критических ситуаций и предотвращать их.

Одним из распространенных методов прогнозирования является анализ временных рядов.

Временной ряд представляет собой совокупность значений определенного показателя, привязанных к моментам времени. Анализ временных рядов — это множество математико-

статистических методов, которые предназначены для определения содержания и закономерностей временного ряда.

Среди современных моделей анализа временных рядов наиболее распространенными являются регрессионные модели, авторегрессионные модели, модели экспоненциального сглаживания, нейросетевые модели, модели на базе цепей Маркова, модели на базе классификационно-регрессионных деревьев.

Одним из направлений применения прогнозирования временных рядов может являться анализ нагрузки на сеть в некоторой организации. Для того, чтобы собрать информацию для построения временного ряда, можно использовать специализированные программы, называемые анализаторами трафика, позволяющие захватывать пакеты, которые компьютер отправляет в сеть и принимает из сети при работе с Интернет. Количество пакетов за определенное время будет являться основой для построения ряда.

При анализе временного ряда можно выделить в нем тренд (основную тенденцию изменения), сезонность (повторяющееся изменение значений с фиксированным периодом времени), циклическую компоненту (с периодом больше года). Например, при исследовании временного ряда нагрузки на сеть кафедры университета, трендом может являться постепенное увеличение количества пакетов с течением времени из-за постоянно растущей компьютеризации общества; сезонностью – увеличение нагрузки в понедельник, соответствующее большему количеству студентов, приходящему на пары в этот день недели; циклической компонентой (при длительном наблюдении за сетью) – повышение нагрузки во время аккредитации вуза раз в пять лет.

Также выделяются случайные факторы, влияющие на изменение показателей. Интервенция – кратковременное воздействие на объект, которое может значительно изменить его свойства. К примеру, отключение электроэнергии на три часа в понедельник изменит поведение функции временного ряда, так как сеть в это время не может быть использована совсем.

Для прогнозирования подобного ряда можно использовать, в частности, модель на основе нейронных сетей. На основе числа измерений показателя временного ряда (количества пакетов за период) определяется количество входов для нейросети, строится обучающая модель, и чем больше обучающих примеров было создано, тем выше вероятность получения достоверного результата при прогнозировании.

Этот подход не является единственным применимым для имеющегося ряда. Существует множество различных подходов к прогнозированию временных рядов. Ни один из них не может полностью гарантировать достоверность полученных результатов, но сочетание различных методов исследования поможет уменьшить неопределенность и позволить человеку выгоднее выстраивать многие процессы.

Разработка Веб-плагина для CRM системы, создающий папку с вложенными документами

Серебряков М.А., Кушталов Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семенов Г.Е.
МАИ, Мытищи
loginmak2@gmail.com

CRM (Customer Relationship Management) представляет из себя комплекс инструментов для работы с внутренней системой предприятия, включающих в себя базу данных, содержащую важную информацию для работы компании. Часто предприятия покупают уже готовое решение, но в процессе работы им требуется доработка, поэтому, чтобы не перегружать систему лишними фрагментами кода, в проект интегрируются программные доработки, которые называются «плагины», удовлетворяющие конкретные нужды предприятия.

При работе с объемными CRM-системами возникает потребность систематизации потока данных. Целью работы было создать плагин, который распределяет документы в определенные папки (проводит их автоматическую сортировку). Для этого был использован функционал программы Microsoft Visual Studio 2018, так как она основывается на CRL (Common Language Runtime) и предоставляет возможности для удобной работы с WCF фреймворком, обеспечивающим обмен данными между компонентами приложения и сервисами. Реализация происходила на языке C# с использованием библиотек ASP, в основе которой лежит использование протоколов HTML, которая устанавливает правила взаимодействия между приложением и браузером.

Алгоритм работы таков: при загрузке документов на сайте плагин начинает свою работу. Его задача заключается в том, чтобы распределять файлы, руководствуясь полями и сущностями CRM-

системы. Распознав типы документа, плагин создает отдельную папку на сервере и загружает документы в неё.

Результатом работы является автоматизированная система по распределению и группировке загружаемой или подгружаемой клиентом документации, которая упрощает дальнейшую работу сотрудников с ними.

Реализация интеллектуальной системы распознавания эмоций с применением нейронных сетей

Сивцов В.А.
Научный руководитель — Николаев П.Л.
МАИ, Москва
TheDeGe@yandex.ru

Необходимость в создании технологий распознавания лиц у людей появилась достаточно давно. На сегодняшний день подобные системы используются в многочисленных сферах: проверка подлинности, системы охраны и др. Свёрточная нейронная сеть является одной из подобных систем и может взаимодействовать с различными видео и изображениями.

Сеть называется таким образом, потому что в ней присутствует операция свёртки, в которой каждая часть изображения поэлементно перемножается на матрицу свёртки, а затем итог суммируется и записывается в аналогичную позицию выходящего изображения.

Подобная архитектура обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами:

1) уменьшение количества настраиваемых весов и повышение скорости обучения сети в сравнении с нейронной сетью полносвязного типа;

2) реализации алгоритмов обучения сети с использованием графических процессорах благодаря возможности распараллеливания вычислений;

3) устойчивость входных данных к сдвигу и повороту объекта.

В данной работе оценивается эффективность работы свёрточной нейросети при решении проблем распознавания человеческого лица и человеческой мимики.

Итоги данной работы выявили, что применение только одной классической структуры нейросети при решении любых задач определения лица или мимики человека может быть малоэффективным. Следует отталкиваться от требуемой цели и находить компромисс между вычислительной мощностью и эффективностью аппаратных средств, потому что длительность работы свёрточной нейросети сильно зависит от размерности входных данных, а получаемый результат может не иметь зависимости от размерности обучающей выборки. Для работы со сложными структурами необходима тонкая настройка нейросети и предварительная обработка входных данных.

Алгоритмическая обработка деградационных процессов в технических объектах

Симонов А.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, Звенигород
mr.who96@yandex.ru

На сегодняшний день распространение деградационных процессов в окружающем мире велико. Деградационные процессы обусловили рост числа техногенных чрезвычайных ситуаций, связанных с отказами техники. Деградационные отказы обусловлены деградационными процессами. До появления деградационных отказов возникают ранние отказы из-за дефектов, не обнаруженных в процессе производства, приемочного контроля или нарушения условий эксплуатации (например, внезапные «скачки» напряжения). Такие отказы носят случайный характер. Методика снижения случайных отказов основана на статистическом анализе их проявления и учете при проектировании и производстве изделий[1].

Деградационные же отказы, которым посвящена моя работа, происходят на заключительной стадии жизненного цикла изделия, на заключительной стадии его эксплуатации, когда из-за естественных процессов всякое изделие или его части приближаются к предельному состоянию по условиям физического износа.

Особенностями деградационных процессов в технических объектах обусловлена сложность их моделирования, возникает необходимость в использовании многопараметрических регрессионных моделей. Мною проведен анализ направлений исследований построения моделей деградационных

процессов в различных технических областях, выполнено моделирование, основанное на методе наименьших квадратов[2].

В целях повышения оперативности расчётов, использовано ортогональное центральное композиционное планирование, что позволило существенно сократить количество используемых вычислительных ресурсов компьютера, а также оптимизировано количество экспериментальных замеров без потери точности результатов.

Высокая производительность расчётов достигается за счёт перехода на MS SQL Server версии 2017 года. Добавлено оповещение клиентов сети об изменении технического состояния объекта, на основе использования технологии SignalR. Модульная структура программного комплекса позволит адаптировать его к будущим потребностям.

Список литературы

1. Моделирование предельных состояний в эксплуатации электромеханических преобразователей. / Лисов А.А., Чернова Т.А., Горбунов М.С.. / Труды МАИ. 2017. Выпуск № 95, электронный журнал: http://www.mai.ru/science/trudy/

2. Лисов А.А., Чернова Т.А., Горбунов М.С.. Моделирование деградационных процессов электротехнических устройств; Учебное пособие. М.: Изд-во, МАИ, 2017.

Подготовка элементов системы параметризации для модели насоса подачи пускового топлива

Скворцова Е.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
ms.katy97@mail.ru

В современных научно-производственных центрах используется множество CAD систем, в которых разрабатываются модели и чертежи деталей, узлов и агрегатов. Поэтому сегодня является актуальным вопрос разработки структурно-параметрических моделей изделий для отдельно взятых деталей. Универсальная САПР, получившая широкое распространение в конструкторских и технологических бюро, в том числе связанных с авиастроением, является система Siemens NX.

В различных конструкциях насосов существует ряд параметров, ограничивающих их область применения. Ряд основных неисправностей, которые появляются в работе насоса, являются: повышенный уровень шума, пульсация давления, вибрация агрегатов и повышенные рабочие токи. Поэтому все разрабатываемые топливные системы самолетов должны проектироваться с учетом различных ограничений и требований по отказоустойчивости.

Шестереночные насосы имеют ряд важных преимуществ, таких как высокая равномерность подачи топлива и, как следствие, уменьшение пульсаций; простота; небольшая габаритность; возможность сочетания различного количества секций и ступеней в одном блоке (параллельно работающих насосов).

Шестереночный топливный насос с производительностью при давлении 2 кг/см^2 не менее 80 л/час, нужен для впитывания топлива из топливных баков, а также дальнейшего его поступления, находящаяся под напором по трубопроводам к пусковой и рабочей механическим распылителям. Агрегат приводится во вращение от электродвигателя постоянного тока, 3000 об/мин. Основные узлы данного топливного насоса – это свой насос и корпуса подшипников. Внутри корпуса данного насоса установлены кольца, также размещен автоматический (редукционный) клапан. Сам корпус изготовлен из алюминиевого сплава. Шестерни сделаны вместе с валиками, где в корпусе подсоединена ведомая шестерня, производящая круговращение в кольцах крышки и корпуса, а ведущая сделана вместе с валом и производит вращение в кольцах. Установлены металлокерамические подшипники.

Шестереночный насос имеет две части: верхнюю и нижнюю. В верхнем модуле корпуса размещен выходной канал с резьбой. Данный канал обеспечивает прикрепление трубопровода к топливному фильтру тонкой очистки. В нижнем модуле — входной канал с резьбой. Он обеспечивает прикрепление трубопровода от топливного фильтра-отстойника. Для стабилизации давления топлива в корпусе установлен редукционный клапан, который сообщается перепускным каналом с входным.

В шестереночном насосе корпус подшипников имеет соединение с насосом. Этот насос зафиксирован на кронштейне корпуса вентилятора, затем происходит крепление двумя болтами.

Отверстие входа и выхода топлива насоса в корпусе выполнены с одинаковыми диаметрами. Именно по этим причинам разработанный шестереночный насос может быть применен для обоих

направлений вращения, а если переменить вращение, то нужно поменять местами перепускной клапан и заглушку.

В разрабатываемой модели сборочной единицы реализованы элементы системы параметризации, основанные на одном или нескольких переменных в виде количественных и логических параметров объекта. Для выбора параметров были рассмотрены различные характеристики объекта, например производительность насоса, которая зависит от числа оборотов ротора, числа качающих элементов, рабочих протяженностей качающих элементов и площади рабочего сечения каждого качающего элемента. Это значит, что элементы модели изделия шестереночного насоса, будут зависеть от шестерни – ее диаметра и количества зубьев.

Таким образом, изменив в разрабатываемой модели количество зубьев, проведя последующий комплекс различных расчетов, возможно получить новое конструкторско-технологическое решение с измененной производительностью насоса.

Платформа сбора информации в социальных сетях с использованием гиперграфов

Скляров Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
thesklyar@gmail.com

Для проведения быстрой и качественной аналитики больших социальных групп населения была разработана платформа, позволяющая на основе информации из социальных сетей проводить накопление, обработку и предоставление результатов исследования.

Данная платформа имеет возможность работать с такими социальными сетями, как:

- ВКонтакте;
- LinkedIn;
- Одноклассники.

Платформа может обрабатывать несколько типов запросов, однако все запросы и аналитика производится только на основе открытых данных, таких как публичные сообщения, тексты блогов, открытые комментарии, открытые списки групп, в которых состоит пользователь социальной сети,и другое, а доступ к этим данным может получить только человек со специальным ключом-подписью, который генерируется и выдается администратором платформы.

Взаимодействие подразделяется на три стадии:

1. Вводится поисковая информация, это может быть сообщество в социальной сети или конкретный человек. В дополнение к введенным данным можно оставить фильтрующую информацию, такую как хэштеги, ключевые слова, слова-исключения.
2. Платформа начинает сбор информации о запрошенном объекте, формирует в базе данных предварительный набор информации, на основе которой составляет гиперграфы общественных связей из людей одного сообщества, связей с теми, кто комментировал конкретные записи или указывал определённые хэштеги.
3. После обработки информации программа предлагает пользователю получить отчет по окружению конкретного человека лицами со сходными предпочтениями, пересечению людей из разных сообществ или, если потребуется, уточнить критерии для нового анализа.

Такое программное обеспечение может найти широкое применение в различных областях, начиная от таргетинга рекламных предложений в сети интернет, заканчивая выявлением радикально настроенных групп граждан. Кроме этого, платформу можно также использовать в социальных науках для исследования предпочтений жителей в различных сферах, при этом, не прибегая к социальным опросам, которые отнимают достаточно много времени при сборе данных.

Данная платформа реализована на C# при помощи WPF, API ВКонтакте, LinkedIn API, Одноклассники API. Тестируется на кафедре 813 – «Компьютерная математика».

Разработка организационной структуры системы электронного документооборота

Скрипник В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семенов Г.Е.
МАИ, Москва
vladi95@bk.ru

В реалиях современного мира и стремительного развития технологий во всех аспектах жизни человека, а также в процессе повсеместного внедрения, требует создания и реализации систем

электронного документооборота, архивации и обработки документов, которые, в свою очередь, занимают более высокую позицию по сравнению со своим бумажным аналогом.

Основополагающей чертой общества на современном этапе развития является его глубокая информатизация и стандартизация. Одно из основных направлений в развитии информационных систем и технологий является система управления, которая применяется для автоматизации таких задач, как регистрация, обработка, хранение внутренних документов предприятий.

Внедрение и освоение системы электронного документооборота на предприятии позволяет многократно увеличить эффективность передачи и обмена информации во внутреннем и внешнем сегментах предприятия, организовать надежную и однозначную систему хранения и архивации документации, оптимизировать время принятия решений по всем возможным процессам и уменьшить бюрократическую нагрузку.

В данной работе рассматривается разработка организационной структуры системы электронного документооборота на предприятии, в контексте которого рассматриваются несколько основополагающих комплексов обработки информации, обеспечения устойчивости и бесперебойной работы: комплекс регистрации и контроля исполнения документов; комплекс обработки организационно-распорядительных документов в подразделениях; комплекс обеспечения деятельности архива документации; комплекс ведения электронной номенклатуры дел.

Разработка организационной структуры электронного документооборота также включает в себя создание стандартизированных цепочек движения документа от момента его регистрации до архивирования. Важно разработать логически правильную, понятную и однозначную структуру, прямо описывающую все стадии движения документа и его текущий статус.

Масштабируемый электронный учебный комплекс с мобильными и Web-приложениями в качестве клиентских приложений и с элементами игровых механик

Снегирев С.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Чернышов Л.Н.
МАИ, Москва
sergei.snegiriov@yandex.ru

В современном мире становится очень популярным онлайн-образование. Многие учебные заведения начинают внедрять в свой образовательный процесс системы автоматической проверки знаний студентов. Как правило, такие системы предоставляют собой обыкновенные веб-приложения, которые предоставляют студенту набор тестов с выбором варианта ответа. Учебный комплекс состоит из облачного сервера и клиентских приложений, которые обмениваются информацией с сервером в формате JSON (JavaScript object notation).

С ростом популярности онлайн-образования возникает острая потребность в электронной обучающей системе, которая будет предоставлять студенту необходимую теоретическую информацию по определенным учебным курсам, давать возможность студенту контролировать свой учебный прогресс и мотивировать человека чаще выполнять задания и поощрять за каждое успешно выполненное задание. При этом подобная система должна стабильно работать под высокой нагрузкой и легко масштабироваться на большое число пользователей, (порядка ста тысяч активных пользователей). То есть учебный комплекс должен быть наиболее эффективным с точки зрения образования и с точки зрения масштабируемости.

Эффективность с точки зрения образования можно повысить путем внедрения игровых механик и постоянно оповещать студента о его прогрессе по конкретному курсу и по всей учебе в целом. Для этого очень хорошо подходят диаграммы-радары и индикаторы прогресса. Чтобы мотивировать студента чаще пользоваться системой и быть вовлеченным в процесс обучения, можно применить игровые механики. За каждое выполненное задание студент получает определенное количество баллов, если студент сдает задание не в указанный срок, к баллам применяются понижающие коэффициенты. В конце курса студент может обменять накопленные баллы на поощрения в виде продления крайних сроков по заданиям или на дополнительные баллы к зачету. Задания могут быть различных типов: изучение учебной литературы или просмотр обучающих видео, прохождение теста с выбором ответа или со свободным ответом, отправка решения задачи на автоматическую проверку или на проверку преподавателем, а также проведение различных соревнований по решению задач.

Масштабируемость подобных систем достигается с помощью перехода к микро-сервисной архитектуре. В серверной части можно выделить несколько сущностей, которые можно вынести в отдельные сервисы: сервис-обмена сообщений с клиентами, сервисы проверки заданий, сервис

данных, сервис раздачи медиа-контента. Современные облачные платформы, например Microsoft Azure, позволяют автоматически масштабировать приложения с микро-сервисной архитектурой. Для этого нужно только настроить балансировщики нагрузки и правила автоматического масштабирования. Запросы между сервисами передаются через балансировщики нагрузки, за которыми стоит автоматически масштабируемое множество конкретных однотипных сервисов. Множество этих сервисов может расти или уменьшаться в зависимости от нагрузки. Это достигается за счет контейнеризации или за счет виртуальных машин. Таким способом очень эффективно масштабировать бизнес-логику системы и сервис обмена сообщениями с клиентами. Масштабирование базы данных достигается путем ее репликации и шардирования (разбиения на зоны).

Сейчас ведется разработка подобной системы. В ранней версии будут доступны задания с выбором ответа, будут внедрены описанные выше игровые механики, а также будет внедрена повсеместная обратная связь студенту в виде оповещений и визуализации текущего прогресса студента. Первая версия в качестве клиентского приложения будет иметь только Web-приложение, но так как сервис обмена сообщениями с клиентами предоставляет интерфейс в формате JSON, в дальнейшем множество клиентских приложений может быть пополнено и мобильными приложениями.

Программно-аналитический комплекс для обработки результатов Всероссийского экономического диктанта

Собеневский А.П., Конюшков Р.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Костиков Ю.А.
МАИ, Москва
sobenevskiy@gmail.com

Всероссийская образовательная акция «Всероссийский экономический Диктант» (ВЭД), проведенная впервые в 2017 году, показала, что требуется создать программный комплекс для автоматизированного получения и обработки результатов.

Программно-аналитический комплекс Всероссийского экономического Диктанта (ПАК ВЭД) был разработан в МАИ по заказу Вольного экономического общества России в 2018 году и прошел апробацию в октябре того же года при проведении второго ВЭД.

ПАК ВЭД представляет собой программный комплекс, ядром которого является база данных MySQL, связанная с рабочими местами ввода и аналитической обработкой входной информации. Информация, поступающая на обработку — сканы анкет, заполненных участниками. Распознавание сканов осуществляла специально разработанная программа, написанная на Python с использованием библиотеки OpenCV.

Статистический анализ проводился как функциями базы данных, так и специальным программным обеспечением, написанным на Python. Было разработано «рабочее место аналитика» (РМА), представляющее собой интуитивно понятный интерфейс, разработанный на Python с использованием библиотеки PyQt5. РМА позволяет легко создавать требуемые запросы к базе данных, выбирать вид представления результатов. Вывод результатов осуществлялся путем создания файла Excel, содержащего как табличное, так и выбранное пользователем графическое представление, с использованием библиотеки openpyxl.

Синхронная работа осуществлялась на основе программного брокера сообщений RabbitMQ, установленного на удалённый сервер.

В связи с большим количеством анкет, программное распознавание которых не представлялось возможным по причине полного или частичного брака изображения, был разработан удобный клиент для ввода данных с таких анкет.

Использование ПАК ВЭД позволило получить отчёт, в котором были наглядно представлены диаграммы, в которых содержатся результаты статистического анализа экономического диктанта. С помощью анализа этих диаграмм представляется возможным разработка конкретных рекомендаций не только для подготовки заданий для диктантов в будущие периоды, но и внесение предложений по совершенствованию школьного курса обществознания, экономики, ряда курсов из программ университета.

Программа-симулятор астронавигационных программных систем

Создателев А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Чумакова Е.В.
МАИ, Москва
ASozd1995@yandex.ru

В продолжение работ [1] и [2] была разработана как часть веб-приложения программа-тренажёр, интерфейс которой включает себя основные поля вычислительных модулей астронавигационных программ, применяемых на флоте и в авиации для счисления места и ориентации в огромных однообразных пространствах (океан, пустыня). Форма страницы снабжена строками поясняющего текста с изложением теоретической основы для облегчения понимания обучающимися получения применяемых формул, значений параметров и их применения к задаче.

Помимо воспроизводства внешнего вида, в программе реализован стандартный алгоритм вычисления со всеми промежуточными и дополнительными действиями, кроме погрешностей приборов и вычисляемой по ним погрешности определения координат. В отличие от остальной части приложения, симуляторы не связаны со встроенной базой данных; необходимые коэффициенты либо встроены в код функций, либо загружаются из файла в виде списка структур.

Для создания веб-приложения выбрана технология Microsoft ASP.NET. Объектно-ориентированный язык программирования C#, являющийся частью платформы Microsoft .NET, выбран как основной язык программирования.

Основными преимуществами такого пособия перед остальными являются: небольшой объём затрачиваемой оперативной памяти, доступность через интернет, мобильность, небольшие временные затраты на внедрение [1].

Список литературы.

1. Создателев А. С. Учебно-справочное программное обеспечение применительно к астронавигации. // Сборник XLIII Международной научной молодёжной конференции «Гагаринские чтения», М.: МАИ, с. 806, 2017.

2. Создателев А. С. Разработка программного модуля тестирования знаний по астронавигации. // Сборник XLIV Международной научной молодёжной конференции «Гагаринские чтения», М.: МАИ, т. 2, с. 125, 2018.

Асимптотический анализ алгоритмов разбиения конечных множеств

Соломинов В.М., Омельчук Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
vlad-cb.dik@mail.ru

Комбинаторная генерация — одно из важнейших направлений науки, которое вбирает в себя такие дисциплины, как программирование, информатика и комбинаторика. Методы и алгоритмы комбинаторной генерации используются в различных областях науки. Например, генерация всех возможных сочетаний молекул ДНК позволяет выявить новые виды и подвиды живых существ, а генерация разбиений данных широко используется в кластерных системах для распределения нагрузки на серверные машины. Перечисленные примеры являются лишь малой областью применения комбинаторной генерации.

На сегодняшний день теоретические познания в области комбинаторики превосходят практические достижения. До сих пор не создан генератор, позволяющий выполнять единый алгоритм над различными типами данных за примерно равное время. Другими словами, все алгоритмы, написанные на различных языках программирования не обеспечивают системного подхода при построении генераторов, поскольку обладают ограниченным функционалом и не реализуют единый подход к построению программных генераторов. Даже если взять в качестве примера пакеты математического моделирования, то их можно использовать только в рамках научных исследований, и они не распространяются в свободном доступе для использования в разработке программного обеспечения. Данный аспект является существенным недостатком, поскольку генераторы зачастую встраиваются в программные комплексы и распределенные системы. Таким образом, актуальной является задача разработки программных систем построения генераторов комбинаторных множеств на основе универсальных методов построения алгоритмов генерации и нумерации.

В связи с текущим положением, касающемся генерации комбинаторных множеств и было решено выполнить работу по модификации алгоритмов разбиения и их анализу. Объектом исследования являются модели и методы проектирования и анализа алгоритмов генерации и нумерации элементов комбинаторных множеств. Предметом исследования являются модели и методы проектирования и анализа базовых алгоритмов комбинаторной генерации, методы теории рекурсивных функций и алгоритмов, комбинаторного анализа и теории чисел, теории графов, теории синтаксического анализа и теории функций комплексного переменного. Методы и средства создания системного программного обеспечения и объектно-ориентированного программирования, основные приёмы работы с большими данными, их хранение и обработка.

В результате выполненной работы была разработана новая методология для алгоритмов генерации разбиений комбинаторных множеств. В ней описываются мощные методы анализа комбинаторных алгоритмов генерации разбиений. С помощью этих методов получены более точные оценки сложности алгоритмов, характеризующие их скорость работы.

В работе было вычислено асимптотического значения количества разбиений p(n) числа n с использованием нескольких методов («Метод Гама – функции», «Метод суммирования Эйлера», «Метод Пуассона»).

Для вычисления величины p(n) с наложенными ограничениями была обобщена теорема Коши о количестве разбиений n, состоящих не более чем из m частей, не превышающих по размеру величину блока l.

Выполнена модификация алгоритма генерации разбиений комбинаторных множеств путём добавления дополнительных связных ссылок, которые позволяют оперировать с множествами различной природы (это могут быть числа, строки, объекты в целом), таким образом придавая универсальность алгоритму. Для него также была сформулирована и доказана теорема о мере стоимости c(n), описывающая сложность модифицированного базового алгоритма генерации разбиений для числа n.

И наконец, с помощью полученной асимптотики для обратного факториала с использованием «Метода перевала» было вычислено асимптотическое значение чисел Белла ϖ, описывающих количество разбиений комбинаторного множества.

Все результаты и наработки были использованы при разработке расширяемого программного обеспечения для демонстрации работы базовых алгоритмов генерации разбиений комбинаторных множеств, которое позволяет оценить скорость работы и ресурсоёмкость алгоритмов на данных как малого, так и большого объёма. Программный продукт написан на языке C# с использованием платформы .NET Framework 4.7.2.

Список литературы

1. Кнут Д.Э. Искусство программирования. Т. 4A, часть 1: Комбинаторные алгоритмы / Д.Э. Кнут: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 963 с.

2. Peirce C. S. American Journal of Mathematics. Vol. 3, No. 1: On the Algebra of Logic / The Johns Hopkins University Press, 1880. – 48 p.

3. George Hutchinson. Communications of the ACM. Volume 6, Issue 10: Partioning algorithms for finite sets / C. C. Gotlieb Univ. of Toronto – NY, USA: «ACM», 1963. – 613-614 p.

4. Andrews G.E. Encyclopedia of Mathematics and its Applications Vol. 2: The Theory of Partitions / Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1976.

Разработка прикладных библиотек отложенной отправки писем с расширенными критериями выбора адресатов с помощью технологии RabbitMQ

Союзов А.П.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
soyuzovanton@yandex.ru

Множество интернет-ресурсов рассчитано на отправку электронных писем различным адресатам. Рассылка писем для подтверждения подлинности адресов электронной почты новых зарегестрировавшихся пользователей, отправление оповещений или отправка сообщений группам адресатов – примеры причин, почему для функционирования какого-либо сайта может быть необходима система отправки писем. Это и делает задачу создания библиотеки отложенной отправки писем актуальной для любого веб-ресурса.

Система отправки сообщений – сложный набор инструментов, использующих самые разные программные средства веб-разработки, каждый из которых выполняет свою отдельную цель:

• Веб-страница отправки, выступающая в роли интерфейса между конечным пользователем и системой. Она позволяет пользователю задать отправляемое сообщение и его адресатов.

• Веб-страница управления очередью отправленных сообщений позволяет пользователю как отслеживать статус уже отправленных сообщений, так и управлять состоянием еще не обработанных сообщений.

• Базы данных пользователей хранят информацию об адресатах, на основе которой могут быть сформированы критерии отправки сообщений.

• База данных задач хранит информацию о состоянии поставленных на выполнение рассылок сообщений, а также категории, по которым осуществляется адресация.

• Программные средства обработки задач, непосредственно выполняющие отправку сообщений на основе критериев адресации. Данная часть системы также осуществляет отложенную отправку писем.

Для создания библиотек системы отложенной отправки писем с расширенными критериями выбора адресатов были использованны как развивающиеся, так и уже доказавшие свою эффективность технологии:

PyCharm – интегрированная среда разработки для языка программирования Python, разработанная и поддерживаемая компание JetBrains на основе IntelliJ IDEA.

Python – развивающийся, зарекомендовавший себя высокоуровневый язык программирования.

PHP – язык веб-программирования, использующийся для разработки веб-приложений.

MySQL – реляционная система управления базами данных, разработывающаяся и поддерживающаяся корпорацией Oracle.

RabbitMQ – программный брокер сообщений, основывающийся на стандарте AMQP, ориентированном на обработку сообщений и разрабатываемый компанией Pivotal Software.

Веб страница отправки используется для определения адресатов на основе заданных критериев, она подключается к базе данных задач средствами php и создает новую запись. Данная таблица содержит следующие данные:

job_id – уникальный идентификатор задачи;

type – тип выполняющейся задачи;

user_status – статус пользователя, один из возможных критериев выборки;

thesis_status – статус тезиса, один из возможных критериев выборки;

date_added – дата начала выполнения задачи;

date_finished – дата завершения выполнения задачи;

status – статус выполнения задачи (в процессе выполнения, ожидание, завершено, завершено с ошибками);

letter_text – текст сообщения.

После создания записи запускается скрипт python, отправляющий средствами RabbitMQ информацию о сообщении обрабатывающей программе-демону. Демон осуществляет обработку регулярных выражений, отправляет данные адресатам в соответствии с базами данных и обновляет статус выполнения задачи.

С целью организации отправки электронных писем была разработана прикладная библиотека, образующая систему отложенной отправки сообщений и веб-интерфейс для работы с ней. Беря за основу технологию RabbitMQ, она выполняет данную задачу на основании данных, хранящихся в базе данных, автоматизируя отправку сообщений группам адресатов. Данная система значительно упрощает как автоматическую, так и ручную рассылку сообщений множеству адресатов, позволяя выполнять отправку, основываясь лишь на критериях, по которым определяются конечные получатели.

Генеративный дизайн как инновационный метод моделирования

Старчаус В.С.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
vbulanova@bk.ru

Ритм жизни современного мира требует постоянной модернизации во всех областях человеческой деятельности. Сложно представить хоть одно из направлений данных областей без применения трёхмерного проектирования и моделирования. Основная проблема этого направления – большой процент зависимости от рабочей продуктивности человека, которую в свою очередь обуславливает множество внешних факторов. На данном этапе развития моделирования существует множество

методов разработки и изготовления модели, но значительным недостатком является то, что на всех этапах проектирования необходима трудоёмкая и времязатратная работа человека.

Полностью устранить человека из процесса создания изделий невозможно, но можно автоматизировать часть работ за счёт использования специализированного программного обеспечения, которое основано на идее генеративного дизайна. Основной задачей такого ПО является ограничение человеческого фактора и уменьшение затрат на человеческий труд и время.

Метод генеративного проектирования не исключает полностью из цикла работы человека, но значительно упрощает данный процесс. Рассматриваемая в этой работе система алгоритмизирует все этапы проектирования, основываясь на исходных данных.

Программное обеспечение, используемое для моделирования методом генеративного дизайна, отличается высокой мощностью и производительностью. На основе вводимых параметров, система генерирует множество вариантов конечного изделия. В качестве исходных данных обычно служат материал изготовления, изменяемые и неизменные части объекта, а также его параметры, принимая которые, система способна предложить некоторое количество решений. Исходя из своих первоначальных целей для использования разрабатываемой модели, специалисту необходимо выбрать один из предложенных вариантов.

Генеративный дизайн является новой ступенью в развитии моделирования. Его использование при проектировании моделей является инновационным решением многих проблем в области моделирования, основной из которых является нерациональное использование человеческой работы.

Список литературы

1. Генеративные методы создания малых архитектурных форм [Текст] / Д.О. Федчун, Р.Е. Тлустый // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. 2018г. №3. С. 321–327.

2. Землянская А. isicad [Электронный ресурс]: науч. журн. / ГК «ЛЕДАС». – «Электрон. текст. дан.». – Новосибирск, 2018. – Режим доступа: – http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20197, свободный

Исследование и разработка программного обеспечения для формирования банка вопросов в системах электронного обучения

Старчаус И.С.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
starchausis@gmail.com

В настоящее время тестирование проводится в различных форматах, в том числе дистанционно. Например, для обучения студентов широко используются специальные системы Learning Management System (LMS). Одной из популярных систем управления обучением является «Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment» или сокращенно MOODLE. Основным преимуществом данной системы является возможность дистанционного прохождения тестирований, а как следствие упрощение привлечения большего количества испытуемых. Также стоит отметить тот факт, что в арсенале данной системы находится огромное количество различного функционала, который позволит не только сделать корректный тест, но и получить из него максимальное количество статистических данных. Однако при загрузке тестовых вопросов в системы электронного обучения, возникает проблема, связанная с тем, что вопросы необходимо создавать по одному. Такая особенность негативно сказывается на эффективности работы.

Во время использования MOODLE более ранних версий, таких как 1.9, пользователи имели возможность использовать шаблон для создания текстовых вопросов, который позволял формировать банк вопросов в виде файла формата doc и генерировал файл GIFT, описывающий вопросы в соответствии со своей спецификацией. Полученный файл можно было импортировать в систему. Загрузка изображений в вопросы не была предусмотрена шаблоном, однако решалась при помощи использования хранилища файлов внутри курса, которое позволяет сформировать прямую фиксированную ссылку, при помощи которой можно вставить картинку в вопрос. Таким образом, ссылки были либо заранее известны (если файлы уже были загружены в курс), либо, если файлы ещё не загружены, предсказуемы.

Такой принцип хранения файлов удобен, однако имеет существенный недостаток – невозможность контроля дубликатов. В современных версиях платформы MOODLE используется новое хранилище файлов, позволяющее предотвратить дублирование элементов. Уникальность файлов достигается сравниванием их хэш-сумм. Хэш-сумма уникальна для каждого содержимого файла, потому позволяет отслеживать дубликаты даже с разными наименованиями. Однако в связи с

данной системой хранения возникает проблема загрузки изображений, так как фиксированную ссылку на файл создать уже не получится.

Для описанной проблемы было решено разработать специальное расширение, основывающееся на устаревшем шаблоне для загрузки вопросов. Расширение состоит из двух частей – макроса для программы Microsoft Office Word и плагина для системы MOODLE. Макрокоманда представляет собой набор команд и инструкций, группируемых вместе для автоматического выполнения задачи. Одним из способов создания макроса является встроенный в Word редактор Visual Basic. Каждая функция является действием и прописывается заранее. Суть их работы основана на принципе конструктора и может быть использована в любой требуемой последовательности. Во время применения макроса для вызова функции указывается присвоенное ей уникальное имя. После завершения doc файла его необходимо импортировать в систему. Для этого во время создания расширения были переработаны стандартные скрипты, что позволило реализовывать такой тип импорта. Кроме того, отпала необходимость установки дополнительных расширений на сервер Moodle. Для самой загрузки необходимо создать zip архив, в который помещается созданный doc файл и необходимые изображения. Все это загружается в систему и банк вопросов распределяется в выбранную заранее категорию, после чего можно приступить к формированию самого тестирования.

Таким образом, разработанное расширение позволит решить проблему с загрузкой изображений в тестовые вопросы, а также, за счёт возможности импорта вопросов, позволит повысить эффективность работы экспертов курсов.

Разработка элементов программного обеспечения модуля информационного сопровождения процессов формирования отчётной документации

Сунцев В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Люберцы
trimetral@gmail.com

Цель работы состоит в создании модуля, который формирует производственно-техническую документацию на основе базы данных изделий.

Для создания модуля был выбран объектно-ориентированный язык программирования C# 5.0, с помощью которого, помимо описания основной части программного обеспечения, возможно спроектировать графический пользовательский интерфейс. Графическая оболочка была сделана с использованием стороннего программного пакета компании DevExpress, позволяющего загружать большое количество гибко настраиваемых элементов управления и библиотек на базе технологии Windows Forms. Основными используемыми элементами являются «GridView», который представляет набор данных в виде списка или таблицы с возможностью редактирования или сортировки, и «SplitScreen», реализующий разделение экрана на две функциональные части.

Разработанный модуль позволяет получать данные из удалённой или локальной базы данных посредством запросов и представлять в форме таблицы связанные с ней элементы. На данный момент разработаны программные элементы, реализующие функциональность формирования данных для документов конструкторской спецификации в системе проектно-производственного сопровождения.

Интерфейс взаимодействия с пользователем представляет собой разделённый на две части экран. В правой части находится полная информация о родительском объекте, включая его наименование, обозначение, а также фамилии разработчика, проверяющего, контролирующего и утвердившего. Левая же часть содержит таблицу связей выбранной сборки с такими колонками, как «Формат», «Зона», «Позиция», «Обозначение», «Наименование», «Количество» и «Примечание». Кнопки управления связями, а именно, их добавления и удаления, находятся над таблицей. Также присутствует возможность редактирования связей прямо в таблице, посредством двойного щелчка мышью.

После вывода данных на экран, каждое изменение сразу же посылается на сервер и сохраняется во избежание потери данных.

Разрабатываемые программные компоненты позволяют повысить эффективность использования программного продукта в целом за счет предоставления определенной функциональности, необходимой для решения конкретной задачи. Таким образом, пользователю не придется отвлекаться на общую, расширенную информацию в системе, которая ему не нужна в данный момент времени.

Создание устойчивых к сетевым сбоям распределённых программных систем

Сыровецкий Ю.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семенов Г.Е.
МАИ, Москва
cblp@cblp.su

Программные системы, использующие интернет и другие сети связи, прочно вошли во многие сферы нашей жизни — в бизнес, промышленность, государственные службы, развлечения. Однако разработчики таких систем редко учитывают ограничения скорости и доступность каналов. Насколько легко создать сетевое приложение, настолько же, к сожалению, легко оно перестаёт функционировать или искажает передаваемые данные в случае произвольных задержек и сбоев при передаче.

В рамках данной работы изучен один из подходов к созданию устойчивых к сетевым сбоям распределённых программных систем — бесконфликтные реплицированные типы данных (Conflict-free Replicated Data Types, CRDT), а также создан каркас (framework) на языке Haskell для упрощения разработки, решения типовых задач (построение кластера, организация сетевого обмена, обработка сетевых сбоев, сериализация сложных вложенных [возможно, рекурсивно] структур данных и т. п.) и исключения типовых потенциальных ошибок при создании таких систем (несохранение данных после изменения, несоответствие типов данных типам применяемых к ним операций, несохранение информации о причинной связи событий и т. п.). Одна из целей предполагаемых сценариев использования такого каркаса — возможность адаптации существующих программных систем путём автоматической упаковки данных, представленных в широко применяемых сегодня в промышленности форматах JSON, XML, в представление, совместимое с алгоритмами CRDT.

На данный момент реализована библиотека для сериализации данных приложения в соответствии с форматом RON (Replicated Object Notation, специализированный формат представления данных, предназначенный для систем CRDT), файловое хранилище данных приложения с автоматической синхронизацией по сети, язык описания типов данных приложения с автоматической генерацией функций для работы с сериализованными данными (создание, изменение отдельных частей), демонстрационное приложение. В дальнейшем возможно расширение каркаса стандартными функциями встраиваемых баз данных и перенос на другие языки программирования – C++, Go, Java.

Разработка Web-приложения для проведения лабораторных работ по базам данных

Тимофеева А.А.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
alena195101@yandex.ru

В настоящее время в системе обучения происходят сильные изменения. Многие вузы переходят к автоматической проверке знаний студентов, используя различные компьютерные тесты, электронные задания и другие электронные методы контроля обучения. Автоматическая проверка заданий. во многом помогает и облегчает работу. Такой контроль занимает гораздо меньше времени и затачивает меньше усилий преподавателя. Так, например, можно автоматизировать проверку итоговых заданий по такому предмету, как «базы данных».

На кафедре 316 подготовка к сдаче предмета возможна только во время занятий в аудитории. Это непрактично, так как проверить насколько правильно студент выполняет задание дома нельзя, у него нет возможности дополнительно позаниматься и попрактиковаться. Для проведения зачета и экзамена также требуется много времени. Преподавателю необходимо вручную распределять варианты, а потом лично проверять у каждого отдельного студента ответ. Такая система медлительна, и ее можно значительно улучшить.

Для решения данной проблемы было разработано веб-приложение, которое позволяет проверять свои знания SQL языка в любом месте и в любое время. Этот web-сервис представляет собой сайт, на котором есть окно ввода для sql-кода и типовое задание для зачета. В поле ввода можно писать команды и целые программы и проверять их написание, так как там присутствует подсветка синтаксиса. Приложение проверяет правильность написания кода и правильность ответа. Само задание разделяется на уровни сложности и в зависимости от того, что выбрал посетитель, и того, насколько верен ответ, выставляется оценка. Посетителю сайта предоставляется возможность в любое время попробовать сдать задание и получить свою оценку.

Данный сервис будет отличным дополнением к уже существующим методам преподавания предмета «базы данных». Он будет облегчать работу преподавателю и помогать учащимся более глубоко изучить предмет и даст возможность хорошо подготовиться дома в любое время.

Исследование признаков мошеннических текстов для разработки классификатора сообщений в социальной сети «ВКонтакте»

Тихонова Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
tihonowa.dasha@yandex.ru

В настоящее время распространенной проблемой пользователей социальных сетей является мошенничество через личные сообщения. Злоумышленники занимаются вымогательством под видом знакомых, поэтому многие пользователи оказываются жертвами и теряют деньги или раскрывают персональные данные.

По этой причине ведется разработка системы для идентификации мошеннических сообщений в социальной сети «ВКонтакте», одной из составляющих которой является бинарный классификатор, разделяющий тексты сообщений на мошеннические и не мошеннические [1].

Для решения задачи классификации при разработке данной системы применяется метод машинного обучения с учителем, а в качестве алгоритмов обучения выбраны метод опорных векторов (SVM) и деревья решений.

Классификаторы в качестве входных данных могут принимать векторы, состоящие из признаков, по которым определяется принадлежность объекта к какому-либо классу. Признаки могут быть представлены в числовой или текстовой форме [2]. Чтобы сформировать вектор признаков, необходимо привести изначально полученную информацию к виду, удобному для составления вектора, путем ее предобработки. От правильности и оптимальности подготовки входных данных для классификатора во многом зависит эффективность его работы.

Сообщения в социальных сетях часто содержат опечатки, поэтому необходимо исправлять ошибки правописания, не позволяющие распознать значимые для классификации слова, с помощью дополнительных внешних средств или векторизации – сравнения вектора слова в тексте с вектором слова из условно полного списка слов [3].

Поскольку в поставленной задаче эмоциональный контекст не играет существенной роли, все не несущие смысловой нагрузки символы (эмодзи, переизбыток знаков препинания, скобки и др.), а также знаки препинания, удаляются из текста для уменьшения его размерности. Числа в тексте могут стать полезной для классификации информацией (номера банковских карт, денежные суммы и др.) и выделяются как один из ее признаков. После выявления их наличия в тексте, они удаляются.

Ссылки в сообщении проверяются на вредоносность и также удаляются из текста. Их наличие и уровень вредоносности могут быть выбраны в качестве признаков классификации со значениями «содержится» или «не содержится», «вредоносная» или «безопасная». Все оставшиеся в тексте символы приводятся к одному регистру для дальнейшего анализа.

Ситуации, когда злоумышленник специально искажает слова в сообщении путем их разбиения по буквам («д о л г») или замены букв одного алфавита на аналогично написанные буквы другого, необходимо разрешать на этапе предобработки. Первый случай может решаться средствами регулярных выражений, второй – поиском в словах букв отличного от используемого в сообщении алфавита и их заменой.

Для более точной классификации текстов используется сравнение слов и словосочетаний с наиболее часто употребляемыми мошенниками – ключевыми. Их список содержит начальные формы для каждого слова или словосочетания. При анализе производится лемматизация текста сообщения, т.е. приведение словоформы к ее нормальной форме. После слова сравниваются с ключевыми, выявляется доля мошеннических слов в сообщении путем подсчета отношения количества мошеннических слов в сообщении к общему количеству слов в сообщении.

Далее удаляются стоп-слова: очевидные предлоги и союзы.

В мошеннических сообщениях нередко встречаются глаголы будущего времени, глаголы в повелительном наклонении, инфинитивы и числительные. Для их выявления в тексте проводится морфологический анализ текста, а доля содержания таких слов определяется аналогично доле мошеннических слов в сообщении.

После предобработки текста сообщения строится вектор признаков, содержащий следующие значения: наличие номера телефона, банковской карты, электронного кошелька, денежные суммы; наличие ссылки и ее вредоносность; доля мошеннических слов, глаголов будущего времени, глаголов в повелительном наклонении, инфинитивов, числительных в сообщении.

Разрабатываемый классификатор реализуется на языке Java с использованием встроенного в библиотеку Weka алгоритма машинного обучения RandomTree.

Сформированный набор признаков, выделяемый из текстов сообщений, позволит классифицировать мошеннические тексты, что даст возможность повысить уровень безопасности работы при общении пользователей в социальной сети «ВКонтакте».

Список литературы

1. Тихонова Д.А., Петраш Я.В. Создание инструмента идентификации мошеннических текстов в социальной сети «ВКонтакте» // Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XIX Международной научно-методической конференции. 2019. С. 1513–1518.
2. Бринк, Х. Машинное обучение / Х. Бринк, Д. Ричардс, М. Феверолф – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.
3. Федоренко В.И., Киреев В.С. Использование методов векторизации текстов на естественном языке для повышения качества контентных рекомендаций фильмов / В.И. Федоренко, В.С. Киреев // Modern high technologies. Научный журнал. – 2018. – №3 (5). – С. 102–106.

Создание программного комплекса для прогнозирования исхода футбольных матчей

Тишин Н.А., Волобуев Д.Г.
Научный руководитель — Мокряков А.В.
МАИ, Москва
nikitatishin5@yandex.ru

В настоящее время практически каждый пятый человек делает ставки на спорт, в частности ставки на футбол. Машинное обучение может позволить создать программный комплекс, который на основе результатов ранее произошедших игр, сможет спрогнозировать возможный исход футбольного матча.

Целью данной работы было реализовать программный комплекс, который на основе исходного набора данных, мог бы делать вероятностный прогноз на исход футбольного матча.

Актуальность данной работы обусловлена стабильным, неспадающим спросом на букмекерские услуги в командных видах спорта.

Программный комплекс реализован на языке Python. Выходными данными являются три числа, которые являются значениями вероятности победы, поражения или ничьей одной команды относительно команды противника.

Для реализации программного комплекса потребовалось использование двух библиотек: Sklearn, Catboost.

Функционал библиотеки Sklearn потребовался для создания тестовой и обучающей выборки. Функционал библиотеки Catboost был использован для создания модели с помощью gradient boosting на основе двух предыдущих выборок. Gradient boosting (градиентный бустинг) – это метод машинного обучения для решения задач регрессии и классификации, который создает модель прогнозирования в виде множества моделей слабого прогнозирования (weak prediction models).

По предварительным подсчетам, вероятность правильного прогноза варьируется от 62 до 68% в зависимости от количества параметров, которые используются при создании обучающей и тестовой выборок.

Программная система хранения и обработки медицинских данных с применением блокчейн-технологий

Трехперстов К.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Скородумов С.В.
МАИ, Москва
kosta3ov@gmail.com

Медицинские данные – одни из самых ценных данных, но многие люди этого не понимают. По статистике медучреждения являются одними из самых уязвимых с точки зрения утечек информации. Их хранению и обработке надо уделять не меньшее внимание, чем деньгам. Также качество лечения напрямую зависит от того, как врачи оперируют этой сложной информацией. Поэтому автоматизация и безопасность данных этой комплексной отрасли невозможна без специальных электронных систем хранения.

В отрасль здравоохранения входят многие организации, такие как аптеки, больницы, страховые компании, исследовательские лаборатории. Каждая преследуют цель помочь пациенту, но между ними отсутствует доверие для эффективного взаимодействия. Многие организации имеют свои собственные реестры клиентов, их взаимодействие между собой занимает много времени, а данные о пациентах сконцентрированы в одном месте, доступ к которым тоже требует времени.

На данным момент в отрасли используются системы с электронными медицинскими картами. Это аналоги привычных всем бумажных карт, которые ведут в медучреждениях и выдают в регистратурах. В мире они в ходу уже более 50 лет. Их задача — упростить документооборот и уменьшить объем «бумажной бюрократии». К электронной базе проще обращаться врачам, она обеспечивает полноту данных о пациенте и их сохранность (в сравнении с бумажной картой, которую можно потерять или испортить, случайно выронить нужную справку или неудачно подклеенный в карту листок). Однако введение централизованных реестров приводит к разрозненности и монополизации. Как следствие, существующие системы подвержены несанкционированным изменениям в реестр, отсутствию безопасности на должном уровне.

Решением вышеупомянутых проблем является использование децентрализованного хранения медицинских записей (с использованием технологии блокчейн). Блокчейн – молодая технология, которая развивается очень стремительно и у которой множество применений, в том числе и в медицинской отрасли. Система, построенная на данной технологии, сможет обеспечить не только безопасность на нужном уровне, но и выстроит доверие между участниками отрасли, основанное на криптографии и системе консенсуса.

В результате всего вышесказанного следует вывод, что блокчейн-системы можно использовать для хранения медицинских данных и есть смысл опробовать их и интегрировать в существующие системы.

Список литературы

1. Antonopoulos A., Wood G. Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and Dapps. – S.I.: O'Reilly Media, 2017. – 200 с.

2. Odom-wesley B. Documentation for Medical Records. – Chicago.: Amer Health Information Management, 2008. – 538 с.

3. Swan M. Blockchain: Blueprint for a New Economy. – Sebastopol, Calif.: O'Reilly Media, 2015. 152 с.

Разработка автоматизированной системы для сбора и обработки информации по курсовым и лабораторным работам

Туленков А.М.
Научный руководитель — Чибисова Е.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
lose.hope@mail.ru

Курсовые и лабораторные работы являются неотъемлемой частью учебного процесса любого вуза. Зачастую студентам необходимо выполнять и оформлять большое количество таких работ в сжатые сроки, при этом важно следить за тем, какие практические задания уже завершены, а какие еще только в процессе выполнения. Для помощи в решении такой задачи мы разрабатываем информационную систему для сбора и обработки информации о зачетных работах.

Система создается в виде веб-приложения и содержит информацию о курсовых и лабораторных работах, которые должны быть выполнены по каждой из дисциплин, преподаваемых в филиале. Для преподавателя система облегчает процесс предоставления заданий студентам. Нужно будет всего лишь зайти в профиль своей учебной дисциплины и назначить задания группе.

Для студента приложение предоставляет возможность получать актуальную информацию по учебному процессу через веб-интерфейс. Студенту не придется подходить к преподавателю, чтобы узнать список работ, которые ему нужно сдать. Также информационная система предоставляет возможность получения дополнительных материалов для выполнения задания и формирования титульных листов для студента по выбранным дисциплинам.

Разработка приложения ведётся по технологии «клиент-сервер» в среде разработки Microsoft Visual Studio на языке программирования C#. Для хранения данных используется база данных, управляемая СУБД PostgreSQL.

На начальном этапе приложение будет доступно для использования студентам и преподавателям внутри локальной сети филиала. В будущем планируется реализовать возможность выбора учебного заведения и публикация приложения в сети Internet. Таким образом, информационной системой смогут пользоваться студенты и преподаватели любого учебного заведения.

В дальнейшем планируется реализация оповещений студентов о новых заданиях посредством электронной почты или социальных сетей. Также планируется добавить возможность загрузки студентами готовых отчетов по курсовым работам. Преподаватели смогут отслеживать процесс выполнения работ по учебным группам и конкретным студентам, оценивать их работы и делать замечания.

Исследование технологий хранения файлов в интернет-сервисах и разработка файлового хранилища

Тюльпакова М.А.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
mtylpakova@mail.ru

Современные сайты содержат большое количество информации и данных, таких как картинки и файлы. Высоконагруженным веб-приложениям с большим количеством пользователей необходимо хранить все данные безопасно и быстро обрабатывать запросы пользователей. Чтобы хранение файлов было удобным и безопасным, необходимо продумать способ хранения файлов.

Директория с файлами не должна «тормозить», то есть необходимо, чтобы в одной директории хранилось не более 1000 файлов или каталогов. Имена файлов, хранящихся на сервере, не должны повторяться. Также желательно, чтобы сервер не хранил две копии одного и того же файла, при большом объеме файлов это представляет существенную проблему.

Существует несколько способов хранения данных высоконагруженного веб-приложения:

- в одной директории;
- в базе данных;
- в разных директориях с использованием хеш-суммы;
- в разных директориях по дате.

Хранение файлов в одной папке нецелесообразно для большого веб-сервиса. При большом количестве файлов возрастает нагрузка на сервер и дольше обрабатывается открытие файла. Использовать одну директорию, без вложенности, для высоконагруженного приложения не является эффективным вариантом: во-первых, сервер имеет ограничение на количество файлов в одной папке; во-вторых, подгрузка файлов из директории, в которой находится около миллиона файлов существенно снизит производительность сервера. Необходимо спроектировать архитектуру хранения файлов в данной директории, способную выдержать высокие нагрузки.

Хранение файлов в нескольких директориях по дате приведет к неравномерности распределения файлов. Некоторые папки будут содержать большое количество файлов, а некоторые директории будут оставаться пустыми. Также при таком способе организации файлов сложно отслеживать дубликаты, что делает такое хранение файлов неудобным в использовании.

Самым простым и очевидным вариантом является древовидная структура хранения файлов. Это значит, что в основной директории хранения файлов будут храниться подпапки с короткими названиями, из двух символов, которые представляют собой первые 2 символа от хэш-суммы файла, и в каждой такой директории еще подпапки, название которых – это следующие 2 символа от хэш-суммы.

Хеш-сумма файла – это уникальный идентификатор файла, который высчитывается с помощью специального программного обеспечения путем определенных математических преобразований информации, содержащаяся в файле. Файлы, которые имеют одинаковые хеши, всегда являются точными копиями друг друга, даже если их имена или расширение отличается. Часто хеш используется для проверки целостности или подлинности файлов. Процесс генерации контрольной суммы часто называют однонаправленной криптографической функцией.

Наиболее оптимальный способ хранения файлов на сервере – с помощью хеш-суммы. Такой способ соответствует всем поставленным требованиям и является наиболее удобным.

Методы взаимодействия Android и Web приложений

Уколов А.П.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
ukolov.sasha@yandex.ru

Сегодня большинство популярных web-ресурсов, как правило, имеют свои мобильные приложения. Самая популярная операционная система для мобильных устройств – это Android. На текущий момент по данным statcounter.com вход в интернет в 2018-19 гг. в 55% случаев осуществлялся с мобильных устройств. В то же время по данным того же ресурса доля рынка мобильных устройств более чем на 75% состоит из Android устройств.

Опираясь на подобную статистику, большинство веб-разработчиков также стали заботиться о мобильной разработке. На сегодня почти каждый сайт использует адаптивную верстку, что позволяет

удобное использование его с мобильных устройств. Но практика гигантов IT-индустрии таких, как Facebook, Google, Ebay и многих других компаний показывает, что адаптации сайтов под карманные устройства недостаточно и приходится создавать “нативные” приложения. Это помогает удерживать пользователей за счет более удобного доступа к ресурсу. И именно при создании отдельного приложения возникает проблема получения и передачи данных из приложения на серверы.

Говоря про разработку приложения с клиент-серверным взаимодействием на Android, хочется отметить, что компания Google не предусмотрела единых правил или требований к решению этой задачи. Поэтому при создании Android-приложения прогноза погоды «Weatherman» потребовалось разработать новое конкретное решение.

Участниками клиент-серверного взаимодействия в разработанном решении выступают:

База данных – получает запросы с сервера и записывает или отправляет данные обратно;

Сервер с API – взаимодействует с базой данных на основе запросов с клиента;

Клиент – отправляет данные/запросы на сервер.

Для имеющейся задачи не требовалось создание сложной REST API архитектуры, однако при создании большого проекта следует реализовать именно этот принцип проектирования, что позволит повысить масштабируемость за счёт балансировки нагрузки на сервер.

Вся серверная часть была реализована методами PHP. Был разработан сервис, который собирал данные через публичный API сайта, предоставляющий прогноз погоды, и заносил его в базу данных.

Для получения данных с сервера существует множество библиотек, из которых была выбрана Valley из-за удобной работы с JSON. Важно, чтобы каждый клиент имел свой уникальный id и при запросе данных с сервера предоставлял его в http-request – это повысит безопасность сервера. Уникальный id должен храниться на клиенте и базе дынных, а выдаваться при первом открытии приложения запросом этого id на сервер базой данных.

В запросе должен содержаться id клиента, время последних добавленных данных (причем время должно быть серверным, так как оно может меняться в зависимости от часового пояса или просто быть несинхронизированном на устройстве клиента), а также тип данных, которые требуется получить – обычно это указывается в названии скрипта к которому мы обращаемся.

Запросы к серверу могут занимать длительное время, поэтому все, что связано с запросами, категорически запрещено использовать внутри какого-либо Activity, в противном случае приложение будет неактивно на время запроса – так как главный поток будет занят отправной данных. Поэтому требуется это сделать асинхронно, для чего следует создать класс наследуемый от Service, что позволит получать данные циклично, асинхронно и – что важно – не тормозя главный Thread.

В современных реалиях существует огромное множество методов взаимодействия Andoid и web-приложений. Но большинство из них сложны и требуют много времени для реализации. В рамках имеющегося проекта было создано приложение с максимально простой архитектурой, подходящее в первую очередь для небольших приложений, которым обязательно требуется взаимодействие с сервером.

Разработка структурно-параметрической модели нервюры крыла самолета

Ушинский Н.В.
МАИ, Москва
nikitaushinsky@mail.ru

Основной целью моей работы была оценка проектных характеристик изготовления изделия на основе параметризованной структурной модели и определение их оптимальных значений.

Для создания геометрической параметризованной модели изделия «Нервюра», мною был выбран программный комплекс СПМ, который позволяет строить гибкую систему параметризации объекта, способную управлять его внешним обликом и воспроизводить его кинематические возможности. Также для оценки проектных характеристик программный комплекс СПМ реализует возможность передавать данные из структурно-параметрической базы в систему управления проектами Microsoft Project. В качестве исходных данных мною использовались чертежи и спецификации.

Нервюры предназначены для обеспечения сохранения заданной формы профиля во время полета и являются основой для закрепления обшивки. Они стыкуются с лонжеронами и продольными стенками по всей высоте с помощью отбортовок или стоек.

Создание графического образа модели изделия «Нервюра» происходило на основе декомпозиции нервюры на детали и выделения в конечных деталях геометрических примитивов. Контур нервюры был составлен на основе координат точек для профиля А-15%, опубликованных в специализированном справочнике. Эталонные координаты из справочника пересчитываются на

основе коэффициента k, который учитывает входящий параметр L, обозначающий длину профиля нервюры. В результате пересчета эталонных координат получаются действительные координаты, необходимые для отображения профиля заданной длины. Таким образом в модели сборки реализована система параметризации, осуществляющаяся путем задания одного параметра (длины профиля) в виде переменной и составления формул для других величин, зависящих от этого параметра. С помощью данной системы параметризации появляется возможность выбора оптимальной конфигурации изделия путем изменения исходных данных.

На основе полученной структурно-параметрической модели и дальнейшей ее обработки модулем pr_tech формируется проект в системе Microsoft Project. Полученные данные о стоимости, сроках выполнения и затрачиваемых в процессе производства ресурсах позволяют сделать вывод о целесообразности запуска данного проекта.

Новые подходы в создании инструментария для исследований информационного содержания волн

Фадеев М.М., Евсеева М.В., Гребнева К.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
Fadeev_mix@bk.ru

Характерной чертой любого вида исследований является невозможность очерчивания необходимого набора инструментальных средств, которые могут потребоваться, хотя бы в ближайшей перспективе, в таких исследованиях. Такое положение дел является прямым следствием непредсказуемости самих исследований, которые прокладывают свой путь через громадное количество проб и экспериментов при проявлении эффективных решений для поставленных задач. Идеальным вариантом для исследователей было бы наличие группы поддержки инструментария и по любому запросу исследователя они в кротчайшие сроки дорабатывали бы инструментарий по запросу исследователя. Для одиночного исследования такой вариант решения на практике вполне мог бы быть приемлемым, но при наличии коллектива исследователей и с учетом взаимосвязанности самих исследований такой вариант организационно и экономически не выгоден. Можно ли найти какое-то решение или компромисс в этом вопросе? Именно с этой целью и ведётся разработка нового инструментария – РИВ.

Несмотря на туманность перспективы исследований, всегда можно выделить некоторые интуитивно осязаемые контуры или границы направления исследований с одной стороны и в тоже время определить предполагаемые средства достижения поставленных целей. Таким образом, должна быть выработана некоторая концептуальная модель, отражающая (очерчивающая) область исследования и выбран инструментарий.

Безусловно, коллектив исследователей должна объединять общая цель, общая «идеология», переходящая в методологию исследований, и общая теоретическая основа, с одной стороны и с другой стороны, общий, открытый для расширений и подстраиваемый под конкретные требования исследователя инструментарий, который включал бы и научный документооборот – графики, статистику, протоколы проведения эксперимента.

Построению нового инструмента, удовлетворяющего вышесказанным требованиям, и посвящена данная работа. Конструкция инструмента и характерные (специфические) средства расширения возможностей лежат в рамках общих требований предлагаемого направления исследований.

Каркасом построения инструментария является концептуальная модель процесса исследования, которая была сформирована в ходе долгих обсуждений. Она и явилась основой «идеи» и отправной точкой данного редактора. Создавая редактор, сопоставлялись процессы человеческого распознавания и воспроизведения речи с техническими возможностями. Безусловно, создавая техническое воплощение, учитывалась ограниченность качества распознавания по отношению к человеку – по причине несовершенства существующих как технических, так и алгоритмических возможностей. Программно-техническая пропасть между анализом и синтезом речи восполняется человеческим интеллектом исследователя – контролером качества распознавания и синтеза речи так или иначе будет человек, но по мере достижения приемлемых значений качества функции человека будут заменяться техническими средствами.

С точки зрения программной структуры вся система редактора поделена на четыре основных модуля:

1. Модули ядра – исполняемые объекты (библиотеки, DLL), содержащие всю логику по работе с данными.

2. Модуль центрального ядра – представляет из себя центральный узел, связывающий работу всех модулей. Ядро обеспечивает взаимодействие преобразовывающих волны функций модуля, являясь, по сути своей работы коммутатором.

3. Модуль API – закладывает интерфейс взаимодействия ядра и сторонних программ, оформленных как API функции. От правильности выстроенной логики API-функций, их назначения и применения, зависит, насколько просто можно будет обращаться к ядру РИВ и как просто можно будет выстроить процессы с его использованием.

4. Модуль-редактор – подразумевает наличие некоторой программы-оболочки ядра, которая обеспечивает «ручное» вмешательство в обработку потока данных для исследователей.

Благодаря подобной системе разбиения модулей появляется возможность подключать сторонние библиотеки и программы и использовать их в едином процессе редактирования как функцию одного или нескольких последовательных преобразований. Сопрягая различные исполняемые объекты в зависимости от задач исследования и предметной области, получаются самобытные и уникальные по своему функционалу подсистемы, решающие различные подзадачи и подчиненные общему теоретическому подходу и общей методологии исследований на основе общего инструмента.

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. Балакирев Н.Е., Малков М.А., Фадеев М.М. Создание системы визуализации и редактирования цифрового потока сигналов на основе их структурного представления. //Материалы XVIII Международной научно-методической конференции Информатика: проблемы, методология, технологии. Воронеж, 8-9 февраля 2018 – С. 3-7.

Сравнительный анализ суперкомпьютеров

Фалина Д.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Инютин С.А.
МАИ, Москва
d.a.farlina@gmail.com

Распараллеливание алгоритма позволяет существенно сократить временные затраты на поиск решения поставленной задачи, в связи с этим количество областей применения суперкомпьютеров стремительно возрастает. Суперкомпьютеры уже активно используются в нефтедобывающей промышленности, фармацевтике, метеорологии, автомобильной промышленности, кинематографе и др.

Суперкомпьютеры – это сверхмощные вычислительные системы, состоящие из нескольких тысяч микропроцессоров с высокой тактовой частотой. Производительность таких систем на сегодняшний день может достигать операций с плавающей запятой в секунду, а объем памяти несколько тысяч терабайт. На данный момент в мире существует свыше 500 мощнейших суперкомпьютеров.

Несмотря на большой объем, вычислительные ресурсы подобных систем все равно являются ограниченными. Кроме того, в параллельных системах действует закон Амдала, согласно которому распараллеливание алгоритма больше, чем на 10% может привести к снижению эффективности его выполнения.

В существующем большом количестве доступных сверхмощных вычислительных машин, которые различаются по своим техническим и программным характеристикам, стоит проблема выбора наиболее подходящего суперкомпьютера для решения определенных поставленных задач.

В качестве одного из путей решения данной проблемы можно выделить создание общей реляционной базы с параметрами суперкомпьютеров. Информация в базе данных представлена в виде реляционных таблиц, каждая запись в которых содержит информацию об одном суперкомпьютере, включая все известные его характеристики, каждая из которых указана в отдельном столбце. Для навигации предусмотрена система поиска, принимающая на вход требования пользователя к вычислительной системе, такие как время выполнения задачи, необходимые ресурсы, ее класс и т.д.

Цель данной системы заключается в том, чтобы сузить круг поиска вычислительной машины, способной наиболее оптимально и с минимальными затратами достичь требуемого результата.

Список литературы

1. Воеводин В.В. Параллельные вычисления. — СПб: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с.

2. Воеводин В.В. Распределенная обработка данных //Вторая сибирская школа-семинар по параллельным вычислениям – Изд-во ТГУ. 2004 г. – С. 3-9.

3. Воеводин В.В. Суперкомпьютеры: вчера, сегодня, завтра //Наука и жизнь, 2000, N5, с.76-83.
4. Воеводин Вл.В. Top500: числом или уменьем? //Открытые системы. 2005, N10, С.12-15.
5. November 2018|Top500 Supercomputer Sites URL: https://www.top500.org/lists/2018/11/

Система поддержки принятия решений подбора персонала

Хабибуллина И.Ф.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
xilnara@yandex.ru

Экономические показатели и конкурентоспособность любой организации во многом зависит от эффективности работы персонала. В связи с этим предприятия уделяют особую роль к отбору наиболее подготовленного и подходящего для конкретной работы сотрудника из большого количества претендентов на вакансию. Основной целью отбора является получение работников, наиболее подходящих под стандарты качества работы, выполняемой предприятием [1].

Для обеспечения высокой эффективности процесса поиска и отбора персонала, необходимо наличие четких процедур, форм, документов и других материалов, используемых при подборе персонала, а также отлаженная система хранения информации и анализа полученных результатов.

При подборе персонала необходимо анализировать большой объем информации. В связи с этим встает вопрос об оптимизации и автоматизации работы лиц, занимающихся подбором персонала. Использование систем поддержки принятия решений (СППР) облегчит работу лица, принимающего решение при анализе данной информации, и способствует принятию наиболее оптимального варианта решения.

Таким образом, применение систем поддержки принятия решений значительно увеличит скорость обработки данных и обеспечит высокое качество принимаемого решения.

Разрабатываемая система должна быть способна анализировать и сопоставлять профессиональные компетенции кандидатов и производить обоснованный выбор тех из них, кто наиболее подходит под заданные требования работодателя.

Предполагается, что уровень готовности кандидатов к профессиональной деятельности определяется на основе результатов прохождения ими контрольно-измерительных материалов. Также по полученным результатам можно выяснить, подходит данная должность определенному кандидату или нет.

Для анализа и выбора оптимального решения поставленной задачи в системах поддержки принятия решений используются разные методы. Для решения задачи подбора персонала на основе профессиональных компетенций можно использовать методы Data Mining, к числу которых относится кластеризация.

При прохождении кандидатами контрольно-измерительных испытаний каждой компетенции кандидата присваиваются весовые коэффициенты, отражающие важность сформированности данной компетенции у кандидата в зависимости от требований работодателя к сотруднику.

Также в системе предполагается применение метода рассуждений на основе прецедентов, заключающийся в поиске решений путем оценивания степени сходства текущей ситуации с имеющимися прецедентами в базе правил.

Таким образом, система поддержки принятия решений подбора персонала на основе оценки профессиональных компетенций позволит автоматизировать работу кадровых служб и поможет повысить качество подбора персонала.

Веб-приложение для мониторинга расписаний самолетов через сторонние API

Хаваев М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
khriokhriokh@icloud.com

API (Application Programming Interface) — это интерфейс, с помощью которого одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой. Проще говоря – это код, предоставляющий готовые решения для разработки. Поэтому данный интерфейс часто используется программистами для создания всевозможных приложений.

В нашем случае API будет являться чем-то вроде шлюза, по которому веб-приложение будет взаимодействовать с базой данных аэропортов. Мы будет посылать запрос к базе данных аэропортов,

в ответ мы будем получать всю информацию, доступную нам, о авиарейсах и преобразовывать ее в более удобную для пользователя.

Для всех необходимых нам задач мы использовали язык программирования JavaScript, а также языки разметки: HTML, CSS. Серверную часть мы создали на платформе Node.js. Она компилирует наш JS, который в свою очередь посылает все наши файлы с приложением на сервер. Для создания логики, интерфейса приложения мы использовали JavaScript-библиотеку — React. С его помощью мы создали пользовательский интерфейс. Пользовательский интерфейс можно было бы создать и на нативном JS, но с помощью React скорость работы приложения получается быстрей, так как при любом интерактивном запросе приложение обновляется не полностью, а только именно та часть, в которой произошло изменение. За разметку приложения отвечает стандартный язык разметки документа — HTML (HyperText Markup Language). И за визуальную часть приложения отвечает язык описания внешнего вида документа — CSS (Cascading Style Sheets).

Логика взаимодействия с веб-приложением строится следующим образом: пользователь заходит по ссылке на веб-приложение с помощью веб-браузера, и дальше он может: отслеживать нужный ему рейс, выбрать самый выгодный рейс, фильтровать рейсы по необходимым критериям.

В итоге мы получили полноценное веб-приложение, в котором сгруппированы все данные с аэропортов в одном месте, что естественно упростило пользователю взаимодействие с авиарейсами.

Использование среды компьютерного моделирования ANSYS Mechanical для анализа деталей, изготовленных с использованием аддитивных технологий

Харитоненков А.И., Хорошко А.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва
kharitonenkov.a.i@gmail.com

Аддитивные технологии стали неотъемлемой частью современной промышленности. На данный момент времени они не могут полностью заменить классические методы производства, но технологии постоянно развиваются, появляются новые методы воспроизводства объектов, а также дорабатываются уже имеющиеся методы с целью увеличения скорости печати, качества и энергоэффективности. Аддитивные технологии представляют собой способ изготовления изделия на базе данных, которые были получены из компьютерной CAD-модели путем использования метода послойного добавления материала. Изделие получается при помощи формирования каждого слоя отдельно и соединения его с предыдущим слоем определенным методом, зависящим от технологии изготовления изделия, согласно имеющейся конфигурации сечения CAD-модели. Данный способ изготовления кардинально отличается от традиционных, потому что изделие формируется при помощи послойного нанесения материала, в то время как в традиционных изделиях формируется непосредственно из имеющейся заготовки путем удаления материала. Использование 3D-принтеров позволяет воспроизводить детали, обладающие сложной геометрией с меньшими трудозатратами во многих отраслях науки и производства, например, в аэрокосмической, машиностроительной и т.д. На современном этапе разработкой отраслевых стандартов занимается специальная организация – ASTM. Она разделяет 3D-аддитивные технологии на семь различных категорий: выдавливание материала, разбрызгивание материала, соединение листовых материалов, фотополимеризация в ванне, плавка материала в слое и т.д.

Чтобы оценить возможность замены детали, изготовленной классическим методом, деталью, изготовленной с помощью аддитивных технологий, произведем компьютерное моделирование процесса работы детали. Данное исследование будет производиться в системе компьютерного моделирования ANSYS Mechanical. Данное программное обеспечение включает в себя набор линейных и нелинейных элементов, стандартную базу материалов, удобную для использования, с возможностью корректировки параметров, а также широкий набор методов решения. Применяя аддитивные технологии в производстве все этапы реализации проекта находятся в единой технологической цепи, в которой каждая технологическая операция выполняется в системах автоматизированного проектирования. При этом большая часть трудоемких процессов может быть выполнена с использованием ЭВМ, повышая тем самым скорость и качество изготовления детали.

Интернет-сервис распознавания конструкторской документации средствами OpenCV

Хижевский В.В.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
roshette@yandex.ru

Во время быстро растущих IT отраслей хранение информации в электронном виде очень важно. Для преобразования конструкторской документации используются средста OpenCV и паттерны для распознавания типов линий. Программа находит опорные точки чертежа и по ним начинает определять, к какому паттерну линия относится(основная линия, штриховая, осевая и т.д.). Есть давний метод, использующий преобразование растрового изображения в векторное, после чего на основе полученной информации в векторном изображении можно строить чертёж, но в данном методе присутствует большое количество погрешностей. В подходе с использованием OpenCV и паттернов для типов линий мы можем чётко определить где, что и как находится. И на основе этого мы можем создать гостированную структуру dxf чертежа с правильными слоями и разметкой. Так же при переводе чертежа учитывается физический размер и при вводе одного размера одного из элементов мы можем подогнать весь чертёж под этот размер. Так же большим плюсом в возможностях данной программы будет возможность считывания чертежа, начерченного человеческой рукой. В данном подходе нам понадобится только добавить коэффициент выравнивания чертежа, т.к. при создании чертежа человеком есть возможность появления неровностей и несостыковок. Сама программа разработана на Python и работает в операционной системе ubuntu. Мы можем всё связать и с использованием JavaScript фреймворка VueJS сделать программу мультиплатформенной, ведь её можно будет открыть с любого браузера.

Алгоритм программы находит углы на чертеже, которые формируются в массив координат. Далее начинается аналитическая работа, в которой мы выравниваем погрешность координат, получившейся в результате работы работы HarrisCorner. После того, как мы получим точные координаты точек, начинаем проверять, связанны данные точки линиями, при помощи поиска середины отрезка. Для точности мы рекурсивно проводим данную операцию 4 раза. При нахождении линий нам требуется определить их тип. В этом нам помогают паттерны распознавания линий.

Большим преимуществом программы является возможность работать кросс-платформенно, а именно в веб. Похожим аналогом является Scan2CAD. Из его недостатков следует выделить неспособность определить размерные линии.

Благодаря Tesseract и ГОСТ шрифтам с помощью нейронной сети мы можем определить размер и его тип.

Реализация некоторых новых методов решений задач по теории динамических систем

Химий И.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Жиров А.Ю.
МАИ, Инта
eloy1995@yandex.ru

Динамическая система – это математическая модель, описывающая динамику некоторого процесса (переход системы из одного состояния в другое). На данный момент теория подобных обладает недостаточным потенциалом для широкого использования разных методов решений подобных задач (в которых рядом переплетаются задачи теории хаоса и других тематик).

Изначально была создана программа, определяющая топологический тип поверхности по комбинаторному заданию ее триангуляции, то есть разбиения поверхности или фигуры на многоугольники. Благодаря написанию оной можно переходить к более глобальной задаче, а именно, определению типа поверхности одномерного соленоида Смейла-Вилемса. Данный соленоид является любопытным примером обратимой динамической системы, аналогичной по поведению траекторий отображения удвоения на окружности.

Новые математические методы будут базироваться на алгоритмах, используемых в таких дисциплинах, как алгебраическая топология, теория графов, элементы теории функций и функционального анализа, теория хаоса и другие.

Примером применения данной работы является хлебопекарная индустрия. Если вводить джем по траектории соленоида Смейла-Вилемса, вписанного в хлеб тороидальной формы, можно достичь оптимального распределения джема по хлебу. Таким образом, нужные параметры вкуса достигаются при наименьшем использовании джема, что, в свою очередь, решает многие проблемы с переизбытком углеводов в рационе среднестатистического человека, что является довольно актуальной проблемой. За счет перераспределения джема можно к тому же уменьшить массу хлебобулочного изделия, не потеряв вкусовых качеств.

Использование веб-технологий в учебном процессе

Ходукин Р.А.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Moscow
romakhodukin@gmail.com

Словом «Интернет» сейчас сложно кого-то удивить, ведь повсеместное использование этой глобальной сети перевернуло наш мир с ног на голову. Именно с приходом интернета началось активное развитие такого понятия как «веб-технологии». Благодаря интенсивному развитию этого направления у современных студентов в распоряжении уже сейчас есть системы электронного обучения, видеоконференцсвязь и огромное количество ресурсов, обучающих абсолютно любой сфере.

Возможности веб-технологий практически безграничны! Каждый день студенты изучают теоретический материал в системе электронного обучения, там же проходят тестирования для лучшего закрепления полученной информации. Более того, такие системы позволяют преподавателям видеть успеваемость своих подопечных, и в случае каких-то проблем, отвечать на все интересующие студентов вопросы в личных сообщениях. Также веб-технологии поспособствовали развитию интерактивного обучения, при котором каждый студент может внести свой вклад в образовательный процесс всей группы. Особенно актуальна данная технология на специальностях, связанных с информатикой и программированием. С помощью веб-технологий они могут практиковаться в разработке различного программного обеспечения, улучшать свои навыки и создавать совместные проекты с другими студентами. Преимуществ у данного подхода к обучению огромное количество, но и не стоит забывать о таких недостатках, как отсутствие живого общения со сверстниками, сложность разработки СЭО и других сервисов, помогающих в обучении.

Информатизация образования идет полным ходом. Каждый день в мире появляются новые обучающие системы, работающие с помощью гипертекстовой технологии. Чтобы внедрение веб-технологий в учебный процесс было абсолютно успешным, необходимо решить ряд основополагающих задач: разработать гибкую систему электронного обучения, составить план интернет-обучения, провести подготовку преподавателей, закупить необходимое оборудование и систематизировать документооборот. Но не стоит полагать, что веб-технологии должны полностью заменить нынешние методики обучения, они должны лишь только дополнить их и в результате улучшить.

Разработка фотореалистичной 3D модели элементов конструкции космического аппарата с использованием программы компьютерной графики ZBrush

Хорошко А.Л., Мельников Е.Д.
Научный руководитель — Хорошко А.Л.
МАИ, Москва
alexanderxop@gmail.com

Применение программных средств для трехмерного моделирования и текстурирования позволяет создавать сложные геометрические модели объектов, а также проводить динамическое моделирование элементов конструкций, состоящих из большого количества элементов в режиме реального времени. В ходе моей работы над проектом была рассмотрена и выбрана программная среда ZBrush. Отличительной особенностью данного ПО является имитация процесса «лепки» трёхмерной модели, усиленного движком трёхмерного рендеринга в реальном времени, что существенно упрощает процедуру создания требуемого трёхмерного объекта. Применение выбранной программной среды для построения 3D моделей позволило не только автоматизировать процесс проектирования, но и проследить изменение всех параметров геометрических объектов: их формы, размеров, пространственного положения и других. Для создания моделей трехмерных объектов сложной геометрической формы использовались различные категории объектов: простые и улучшенные примитивы, сложные, вспомогательные объекты и т.д. Все объекты Zbrush из этих категорий обладают стандартным набором свойств, которые в дальнейшем могут быть модифицированы, т.е. изменены. Используя для создания твердотельных объектов инструмент ZModeler, а также различные модификации, создавались изделия сложной геометрической формы, такие как антенны аппаратуры сближения, стыковочный аппарат с переходом, солнечные панели, элементы обшивки и т.д.

Одновременно в процессе работы был изучен и реализован на практике метод наложения текстур с использованием инструментов создания развертки с помощью программы трехмерного текстурирования Substance Painter, также реализован метод создания и запекания карт нормалей.

Таким образом, используя набор программ трехмерного моделирования и текстурирования, были поэтапно смоделированы и созданы пространственные тела сложной геометрической формы и многоуровневые 3D модели отдельных элементов конструкций и сборочных узлов сложного технического изделия. Результатом работы стали визуализированные 3D-модели отдельных элементов конструкции космического аппарата.

Разработка лабораторного практикума на основе программ трехмерной компьютерной графики и средств мультимедиа

Хорошко А.Л., Харитоненков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва
lesha065@mail.ru

В настоящее время во многих вузах активно внедряются дистанционные образовательные технологии и открытые онлайн-курсы. Они позволяют не только поддерживать интерактивные формы обучения в соответствии с образовательными стандартами, но и обеспечивают дополнительные возможности для организации самостоятельной работы студентов. При этом если для дисциплин гуманитарного профиля уже создано большое количество технологических приемов как в части педагогического дизайна, так и предметного наполнения, то для специальных дисциплин все еще не решены некоторые вопросы подачи учебного материала и организации самостоятельной практической работы студентов.

В нашем вузе широко используются возможности оболочки дистанционного обучения, интегрированной в единое информационное пространство. Учитывая основной профиль подготовки студентов, большинство курсов посвящены естественным и техническим наукам, что ставит специфические задачи по разработке и проектированию электронного учебного контента. Одним из решений при разработке специальных курсов стало использование среды трехмерной компьютерной графики и моделирования компании Autodesk®. С одной стороны, трехмерные модели реальных геометрических объектов позволяют студентам наглядно представить их назначение и выполняемые функции. С другой стороны, модель содержит все основные параметры оригинала, что позволяет использовать ее для организации самостоятельной практической работы студентов. Примерами таких дистанционных курсов являются электронные учебные пособия по дисциплинам «Компьютерная графика», «Компьютерное моделирование пространственных форм», «Инженерная и компьютерная графика» и др. Для этих курсов разработаны 3D модели, демонстрирующие различные виды сложных геометрических форм, а также виртуальные мультимедийные лабораторные работы. Данные модели встроены в лекционный материал, а обучающие видеоролики позволяют наглядно демонстрировать процесс создания сложных трехмерных геометрических моделей и обучать навыкам работы с реальным программным обеспечением.

Виртуальный лабораторный практикум – иногда некоторые явления невозможно полноценно объяснить с использованием только теоретической части. Лучше один раз увидеть, чем несколько раз прочитать. Фактически это лабораторная работа, но переведенная в определенный формат мультимедиа, что позволяет ее проводить без участия преподавателя и специализированного оборудования. Виртуальный лабораторный практикум включает теоретическую вводную часть, видеоролик с реальной лабораторной работой, интерактивную анимацию для выполнения работы, а также форму для заполнения отчетности и отправки ее преподавателю. Обязательным является наличие критериев оценки студентов по результатам проведения лабораторной работы. В рамках виртуальной лабораторной работы возможно использование дистанционно управляемых лабораторных установок, но тогда дополнительно будут необходимы документы по методике проведения удаленной лабораторной работы для персонала, администрации, преподавателей и других заинтересованных сторон.

В данной работе рассмотрены вопросы применения интерактивных форм организации образовательного процесса, создания мультимедийных приложений и анимации для открытых онлайн-курсов, позволяющих повысить качество ведения учебного процесса, в том числе восприятия и запоминаемости учебного материала. Непосредственно само создание видеопособия было разбито на несколько условных этапов: подготовка к записи видеопособия, разработка виртуального лабораторного практикума с помощью программных продуктов компании Autodesk® и

конвертирование полученного видео материала и аудио файла в один видеоролик. Для создания мультимедиа на компьютере были использованы компьютерные программы для работы с графикой, имеющие возможность создавать мультимедиа. Особое внимание уделено программе 3DS MAX, предназначенной для работы с объемной графикой и позволившей создать как статичные сцены, так и трехмерную анимацию. Кроме того, хочется отметить программу TechSmith SnagIt, которая позволила записывать процесс моделирования и создания компьютерной графики в видео файл с широко распространенным форматом Avi.

В результате проведенного анализа состава онлайн-курсов и возможностей использования лабораторного практикума для использования в учебном процессе определен состав и принцип построения мультимедийного виртуального лабораторного практикума. Проведен анализ и выбор программных комплексов для создания виртуальных лабораторных практикумов. Итогом работы является разработка виртуальных лабораторных практикумов для онлайн-курсов, которые позволяют проводить обучение студентов, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий. Разработан алгоритм использования компьютерного моделирования на основе современных программно-аппаратных комплексов и построения моделей в 3D постановке, позволяющий создавать виртуальные практикумы и автоматизировать процесс обучения на всех стадиях подготовки будущего специалиста.

Разработка программного комплекса учета и отслеживания статуса доменных имен для настольных и мобильных платформ на языке Java

Хохлов К.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
kiryha72@inbox.ru

Программный комплекс отвечает за отслеживание доменов, предоставленных в файле в текстовом формате. Для получения информации об домене используется утилита whois, которая отправляет запрос на whois сервер домена, после чего полученный ответ парсится при помощи регулярного выражения, в итоге получая нужные строки. Так как каждый домен имеет свой формат ответа сервера, то для всех нужны разные регулярные выражения, в этих целях используется файл формата xml, в котором хранятся регулярные выражения для самых популярных доменов. Работа с xml-файлом реализована при помощи библиотеки JAXB. То есть, принцип взаимодействия аналогичен принципу работы whois утилиты, используемой в ОС Linux, а не через поиск серверов при помощи сторонних серверов.

Данный программный комплекс представлен в двух версиях Desktop версии, которая запустится на любой ОС ввиду кроссплатформенности языка программирования Java, а так же в виде версии для мобильной платформы Android. Версии для IoS не предусмотрено. Версия приложения для ПК реализована с использованием рекомендуемой oracle графической библиотеки JavaFX, дающей на данный момент самые широкие графические возможности и обеспечивающей лучшее быстродействие.

Программа позволяет добавлять домены в список, удалять, обновлять все домены, обновлять определённый домен, а также просматривать информацию о домене, в частности время до окончания оплаты домена, а также весь whois-ответ сервера целиком. Каждый запуск программы обновляет весь список доменов.

Методика описания архитектуры предприятий TOGAF

Цекавый Ф.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва
GR75X@yandex.ru

Модель TOGAF (расшифровывается как The Open Group Architecture Framework) – это библиотечный фреймворк для опиания программной структуры работы предприятия, что подразумевает алгоритмизацию планирование, проектирование и внедрение IT-систем предприятия и управления ими. Архитектура TOGAF была разработана некоммерческим объединением The Open Group на основе методологии TAFIM, разработанной Минобороны США.

TOGAF предпологает многоуровневый подход к проектированию, что предпологает разбиение работы предприятия на четыре основных архитектурных домена[2]:

• Домен бизнеса, в который входят стратегия развития системы, структура управления и ключевые бизнес процессы.

• Домен данных – организация данных как в логическом, так и в их физическом эквиваленте, а также корпоративные ресурсы для управления этими самыми данными.

• Домен приложения – карта используемых корпоративных приложений, участие каждого из них в бизнес процессах и взаимодействие друг с другом и с внешними сервисами

• Технологический домен – структура и логика программного обеспечения и аппаратной среды, включая сети, сервера, процессинг и т.д.

Основные принципы TOGAF – это модульность, стандартизация и возможность повторного использования зарекомендовавших себя технологий. В состав модели входят два основных компонента: методика разработки архитектуры (ADM) и Базовая или основная (Foundation) Архитектура, включающая в себя технологическую эталонную модель (TRM), таксономию сервисов, базу стандартов и базу элементарных блоков. А также архитектура TOGAF имеет собственную базу данных с описаниями используемых принципов и примеров их реализации, а также собственный объектно-ориентированный язык ADML.

В соответствии с методикой ADM, разработка архитектуры проходит в 8 фаз[1]:

• Предварительные уточнения: подготовка модели под особенности организации и определение возможностей реализации ситсемы

• Шаг 1: разработка общего представления архитектуры, утверждение плана работ, подхода руководства и определение границ проекта

• Шаг 2: Разработка фреймворка бизнес системы

• Шаг 3: Разработка системы представления данных и приложений

• Шаг 4: Разработка технологической архитектуры

• Шаг 5: Проверка валидности предложений

• Шаг 6: Подготовка перехода к новой модели системы

• Шаг 7: Формирование системы модификации архитектуры

• Шаг 8: Управление модернизацией и редактированием архитектуры

Подобная технология позволяет алгоритмизировать работу предприятий и создать наглядную и динамическую модель работы каждой ее, будь то технической или концептуальной, части. Это позволит в любой момент просмотреть наглядный механизм работы процессов внутри предприятия и проконтролировать, изменить или же удалить ее как часть любого программного кода. А также это введение общей терминологии, которую, зачастую, управляющие процессами в предприятии трактуют по-своему, что даст большую точность при объявлении задач, более тесное и быстрое взаимодействие между управляющими и подчиненными, а также позволит избежать недопониманий, ибо основа любой совместной работы – согласование терминологии.

Список литературы

1. Гриценко Ю. Б. "Архитектура предприятия". 2016

2. Мананникова А.А., Моисеева Л.А. "Архитектура предприятия. Анализ и сравнение ведущих методологий". 2017

Кроссплатформенная информационная среда проектирования

Шаблий А.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Москва
dambr-wolf@mail.ru

Разработанная среда проектирования предназначена для обработки информационных моделей с возможностью их параметризации. Обработка информационной модели осуществляется не только путем формирования геометрического образа, но и выполнением прочностного анализа. Результатом обработки информационной модели является геометрическая модель с прочностными параметрами ее элементов.

На вход системы подается информационная модель объекта в формате .JSON. В ней описаны его элементы с их характеристиками. Если пользователю необходимо сформировать новую модель, подобную уже ранее выполненной, то ему предоставляется такая возможность путем вызова ее основы из организованной базы данных. Кроме того, ему обеспечивается возможность варьировать используемый материал, что позволяет определить оптимальную, с точки зрения прочности, геометрию конструкции и материал для изготовления.

Интерфейс взаимодействия с пользователем организован через браузер. Благодаря этому разработанная среда проектирования является кроссплатформенной и не требует для своей работы стороннего программного обеспечения.

Интерфейс пользователя построен на стандартных интуитивно понятных элементах браузера, таких как кнопки, панели выбора и т.д., что обеспечивает организацию дружественного пользователю интерфейса. Разработанная среда работает во всех браузерах с поддержкой таких стандартов как HTML5, CSS3 и ECMAScript 5. Использованные стандарты позволили в полной мере реализовать систему взаимодействия с информационными моделями.

В процессе проектирования модели изделия информационная среда обеспечивает возможность использования графических примитивов, таких как параллелепипед, цилиндр и др. Пользователь вводит поправку в систему координат изделия, чем достигается требуемое взаимное расположение составных частей модели. К таковым, например, относится угол поворота вокруг осей X, Y и Z. Также указывается величина расстояния от начала системы координат создаваемого объекта до начала системы координат всей модели.

При проведении прочностного анализа пользователю предлагается выбрать материал, из которого предполагается изготовление изделия. Среда проектирования предоставляет пользователю перечень возможных для выбора материалов с указанием их характеристик, таких как предел прочности, предел текучести, твердость и т.д. Предоставляется возможность дополнительного ввода материала, которого нет в предоставляемой базе данных с возможностью задания пользователем необходимых его характеристик. Далее задается величина силы, воздействующей на объект в реальных условиях эксплуатации изделия, и точка ее приложения.

После проведения прочностного анализа выводится информация о коэффициентах запаса прочности на различных участках изделия в виде цветных эпюр на сформированной информационной модели. Таким образом, можно оценить результат проведения проектных работ по созданию нового изделия.

Результаты работы с информационной моделью могут быть сформированы в виде отдельного файла в формате .JSON, кроме того, сохранение в базе данных информационной модели, позволяет сократить время проектирования подобных изделий в будущих проектных работах.

Практика использования Node.js при разработке социальной сети по принципу SPA

Шандура К.А., Калинкин П.А., Краснов И.С.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
iipocto1deagle@gmail.com

Node.js – относительно молодая разработка, которая уже получила применение в нескольких крупных проектах (linkedin, netflix). Наш проект еще раз подтверждает не только пригодность, но и удобство при разработке с помощью данной платформы.

Наша команда разрабатывает проект социальной сети в виде одностраничного веб-приложения (SPA) для научных сотрудников. Проект представляет собой сайт социальной сети, позволяющий пользователям обмениваться и оценивать научные работы, а также искать и держать контакт с текущими и будущими коллегами.

Для унификации архитектуры back-end составляющей проекта было решено использовать лишь один протокол связи – WebSocket, для чего была выбрана библиотека Socket.IO. Таким образом была написана MVC SPA платформа, использующая только WebSocket для обмена данными между сервером и клиентом, которая позволяет клиенту работать с веб-страницей заметно быстрее из-за отсутствия перезагрузок страницы, при этом экономя трафик.

Проект создается целиком на языке JavaScript с использованием программной платформы Node.js, позволяющей использовать JavaScript для создания back-end составляющей веб-приложения (серверной части). Мы выбрали данный набор технологий для разработки этого проекта, так как Socket.IO является одним из наиболее удобных инструментов создания одностраничных приложений, а Node.js – платформа, для которой была разработана данная библиотека.

Данный проект демонстрирует достоинства, приобретаемые приложением при переходе к SPA, а также использование Node.js для разработки таких приложений.

Оптимизация Web-интерфейса для промышленного микроконтроллера «МЕГА12»

Шарафиев А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
azat23436@yandex.ru

В наше время в различные отрасли производства все больше внедряются автоматизированные системы управления (АСУ). Они облегчают управление технологическими процессами, помогают сократить затраты рабочей силы.

МЕГА12 в индустриальном исполнении отвечает жестким условиям промышленной эксплуатации и устанавливается непосредственно на технологическом объекте. Контроллер предназначен для использования в непрерывном, круглосуточном режиме.

Использование приложения избавляет от необходимости устанавливать специальные программы для опроса контроллеров, кроме того, существует возможность просмотра и изменения сетевых переменных с мобильного устройства[1].

Контроллер «Мега12» предназначен для выполнения следующих функций:

• логической и математической обработки поступающей информации;

• хранения информации (архивирование);

• организации связи между модулями по межмодульной шине;

• обмена информацией по интерфейсу RS232/485 с внешними устройствами и персональным компьютером;

• ретрансляции пакетов данных по распределенной сети к другим контроллерам системы;

• автоматического управления автономными объектами [2].

При выполнении данных функций возникают проблемы в ограниченной Flash памяти и потери скорости при передаче и обмене данных, отсюда выходит проблема оптимизации Web-интерфейса.

Вопрос о скорости загрузки веб-страниц привлекал внимание всех веб-разработчиков в течение длительного времени, почти с того момента, как изображения и веб-страницы появились в документе HTML, достигли уровня взаимодействия с пользователями, а не только предоставляя им необходимую информацию.

За последние 10 лет подход к созданию сайтов изменился много раз. В эпоху войн браузера и ограниченный доступ к модему, наиболее важными аспектами производительности клиента (отвечает за скорость загрузки и работы веб-страницы) были ускорение передачи данных и ускорение отображения этих данных при использовании многоуровневых таблиц на странице. О блочном дизайне и семантической разметке никто и не думал.

Но ситуация изменилась. Теперь средней веб-странице уже чрезвычайно трудно вписаться в установленную рамку один раз "загрузка страницы за 10 секунд". В среднем используются десятки различных объектов, и это не всегда просто картинки. Размер файлов сценариев, которые позволяют пользователю взаимодействовать с веб-страницей, теперь намного больше, чем информация, представленная на этой странице. И мир движется к усложнению человеческого взаимодействия с машиной.

Оптимизация Web-интерфейса через исключения библиотек Framework. За последние десять лет браузеры стали лучше. Его совместимость со стандартами улучшилась, и теперь есть браузеры нового времени: браузеры обновляются автоматически, и каждая новая версия имеет больше возможностей и лучше соответствует стандартам, чем предыдущие. К новым стандартам относятся:

• Импорт HTML;

• Объект.observ;

• Обещания;

• HTML шаблоны.

Пришло время пересмотреть модель JS фреймов. Нет необходимости изобретать другой способ сделать что-то, просто нужно использовать HTML + CSS + JS.

Отказавшись от фреймворков, наши веб-интерфейсы начнут быстрее отправлять страницы и занимать меньше памяти на устройстве.

Список литературы

1. Универсальный промышленный контроллер «Мега12» [Электронный ресурс] /. — Сайт. — Режим доступа: http://aviatron-ufa.ru/mega-12/, свободный.

2. Предназначения контроллера «Мега12» [Электронный ресурс] /. — Сайт — Режим доступа: http://intekufa.ru/neftegazodobycha/mega12/, свободный.

Применение облачных технологий в информационно-аналитической системе обеспечивающей кафедры «Математика»

Шариков Д.В., Поваляев П.П.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Костиков Ю.А.
МАИ, Красногорск
danila.sharikov@gmail.com

Современный образовательный процесс требует применения развитых информационных технологий. Во многих странах мира все большую популярность набирают облачные технологии. Разработанный программный комплекс «Электронная кафедра», представленный на XLIV «Гагаринских чтениях», был расширен путем включения облачных технологий, что заметно снизило трудозатратность выполнения рутинных работ.

Программный комплекс «Электронная кафедра» с использованием облачных технологий включает в себя:

1) базу данных;
2) клиентские приложения;
3) облачный веб-сервис;
4) панель управления веб-сервером.

Клиентское приложение разработано на языке программирования Python v2.7.15 с использованием графической библиотеки PyQt4 и представляет собой клиент-серверную архитектуру.

Приложение предусматривает решение следующих основных задач:

1) ведение учета сотрудников кафедры;
2) работа с расписанием преподавателей и студентов;
3) учет успеваемости студентов;
4) анализ работы кафедры.

В качестве сервера используется реляционная система управления базами данных MySQL Server v5.7.25-0.

Облачный веб-сервис, написанный на языке программирования Python с использованием фреймворка для создания веб-приложений Flask v1.0.2, представлен в виде REST API сервера и интерактивной веб-страницы, предоставляющий удобный доступ к функционалу системы.

Панель управления веб-сервером, разработанная на языке программирования Perl v5.28, предоставляет администратору сервера веб-интерфейс для системного администрирования операционных систем семейства Linux.

В данный момент программный комплекс «Электронная кафедра» с использованием облачных технологий проходит апробацию в Московском авиационном институте на кафедре 812 «Математика».

Литература

XLIV Международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения» – М.: МАИ, 2018, с. 226

Автоматизация поиска авиабилетов на основе онлайн-сервисов с голосовым интерфейсом

Шкобин Н.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
shkobin@rambler.ru

В последнее время уже не пользователь учится общаться с компьютером, а наоборот компьютер учится понимать и изучать привычки человека, и это тенденция. Большое распространение, в частности, получили голосовые помощники, особенно в тех случаях, когда проще сказать, чем написать или использовать какой-то сложный пользовательский интерфейс. Тема создания голосовых помощников является актуальной сейчас и будет актуальной в обозримом будущем. Об этом говорит как увеличение аудитории таких сервисов, так и развитие технологий. Причины такого скачка в развитии объяснимы. В среднем человек печатает около 40 слов в минуту, а говорит в три-четыре раза быстрей. Более того, в 2017 году программы практически догнали нас по пониманию естественной речи.

Принципиальное устройство всех голосовых помощников можно свести к наличию внутренних подсистем, каждая из которых выполняет свой набор определенных функций:

• ASR (система автоматического распознавания речи);

• NLU (система распознавания естественного языка);
• Action (система принятия решения);
• NLG (система генерации текста);
• TTS (система, генерирующая на основе обученных моделей звуковую информацию).

К функциональным требованиям системы можно отнести:
• Автоматизированное распознавание речи;
• Классификация поступающих запросов;
• Распознавание именованных сущностей;
• Обработку и выдачу ответа пользователю.

Классификация поступающих запросов в данной работе проводится с помощью алгоритмов машинного обучения, а именно, нейронных сетей. В связи с развитием технологий, повышением производительности компьютеров, появлении большого количества данных для обучения сетей они стали показывать хорошие результаты в решении задач классификации.

Извлечение именованных сущностей в данном частном случае имеет смысл проводить на основе правил и использовании словарей. Так как по сути из всего обширного количества типов именованных сущностей интересует тип «Местоположение», а конкретно название городов.

Принятие решения виртуальным ассистентом будет приниматься на основе классификации поступившего запроса, а извлечение именованных сущностей позволит подготовить параметры для дальнейшего запроса в систему поиска авиабилетов.

Разработка голосового помощника для системы автоматизированного поиска авиабилетов позволит создать ассистента, который в диалоге с пользователем поможет подобрать параметры перелета и обеспечить более удобное управление системой поиска.

Ранжирование трансформаторного оборудования по техническому состоянию

Шульга Т.Ф.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, Москва
bombtim@gmail.com

Производители часто определяют прогнозируемый срок службы силовых трансформаторов от 25 до 40 лет. Однако некоторые трансформаторы, находящиеся в работе в российских и зарубежных энергетических компаниях, приближаются к этому возрасту, а ряд трансформаторов работают уже по 60 лет и более. Несмотря на это, частота их отказов остаётся низкой, и ничто не указывает на то, что большая часть из них находится в состоянии, близком к отказу. В своё время были введены разные концепции управления сроком службы трансформаторов, такие как: оценка надежности (вероятность возникновения отказа); соотношение между установленным и реальным сроком жизни оборудования; «расход ресурса».

В большинстве анализов, проведённых в соответствии с данными концепциями, были попытки смоделировать и оценить срок службы изоляции трансформатора, в основном бумажной. При этом в расчёт брались только результаты измерения температур и хроматографического анализа растворённых газов (ХАРГ) масла, в то время как другие значительные факторы, такие как результаты испытаний, данные проведения техобслуживания и история жизни трансформатора, обычно не принимаются во внимание.

Цель оценки состояния трансформатора состоит в том, чтобы определить качественно и, самое главное, количественно степень деградации трансформатора и предоставить средства оценки оставшегося ресурса и срока службы трансформаторного оборудования. Эти оценки должны позволять выявить оборудование, которое находится на пределе своего ресурса эксплуатации, а также оборудование, которое предрасположено к возникновению серьёзных дефектов, влекущих за собой большие затраты на его замену.

Для определения общего состояния трансформаторного оборудования (ТО) используется показатель – комплексный «индекс здоровья» (ИЗ). ИЗ количественно оценивает состояние оборудования на основе многочисленных критериев долгосрочной деградации, которые в совокупности приводят к выработке ресурса и окончания срока службы. Метод оценки ИЗ отличается от традиционных анализов, испытаний и технического обслуживания тем, что он предназначен для поиска дефектов, поддающихся восстановлению или ремонту, и предрасположенности к ним, для продления срока службы оборудования.

Для комплексной оценки необходимо иметь как можно больше данных, отражающих реальное состояние трансформаторного оборудования. Формирование ИЗ требует присвоения относительного

индекса значимости разнообразным факторам: ХАРГ, качество масла, фурановые соединения в масле, коэффициент старения изоляции, повышения напряжения, влагосодержание твердой изоляции, состояние изоляции вводов, общие испытания, состояние регулятора напряжения под нагрузкой, состояние системы охлаждения, количество нарядов по техобслуживанию. Оценка каждого из факторов производится с учетом нормативных документов. Каждому из факторов ставится в соответствие свой весовой коэффициент, который используется в расчете итоговой оценки.

Реализацией данного подхода является программа, в которую подаются необходимые данные измерений непосредственно с датчиков на ТО и результатов проведенных испытаний и ремонтных работ, на основе которых рассчитывается общий ИЗ. Программа реализована на языке программирования C# с использованием системы построения клиентских приложений WPF. Для хранения результатов расчетов и получаемых данных используется система управления базами данных Microsoft SQL Server.

Список литературы

1. Лисов А.А., Чернова Т.А., Горбунов М.С. Моделирование предельных состояний в эксплуатации электромеханических преобразователей // Труды МАИ. 2017. №95, http://mai.ru//upload/iblock/f10/Lisov_CHernova_Gorbunov_rus.pdf

2. Лисов А.А., Чернова Т.А., Горбунов М.С. Моделирование деградационных процессов электротехнических устройств: Учебное пособие. М.: Изд-во МАИ, 2017.

Создание базы данных отдельных мероприятий администрации городского округа Мытищи

Щербаков А.И., Овсянникова О.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ НИУ, Москва
l.sherbackov007@yandex.ru

В настоящее время многие организации используют базы данных в виде электронных таблиц MS Excel, в том числе Администрация городского округа Мытищи. Целью нашей работы являлась оптимизация рабочего процесса отдела, который занимается проверкой наградных материалов работников предприятий, организаций и учреждений городского округа Мытищи государственными и областными наградами для представления в Правительство Московской области.

Исходный реестр наград представлен в виде книги MS Excel и содержит следующую информацию:

- Сведения о должностном лице, представленного к награде;
- Должность;
- Место работы;
- Вид полученной награды;
- При необходимости, вид, дату и номер ходатайства, а также статус выдачи награды.

Все эти данные представлены на отдельных листах книги, каждый из которых соответствует органу, выдающему награду, и году получения награды. Для извлечения нужных данных затрачивается много времени, так как функционал книги MS Excel не позволяет осуществлять поиск по всем страницам.

Для решения поставленной задачи было решено создать консольное приложение, к которому подключалась база данных, спроектированная в MySQL Workbench. Выбор этого инструмента обусловлен тем, что в нем поддерживается многопользовательский режим, он может работать с большими объемами данных, а также нет необходимости вручную писать SQL-код для создания записей и полей таблиц. Пользовательский интерфейс создавался с помощью Windows Forms на языке C# в IDE Visual Studio. Основными преимуществами этих инструментов является возможность визуального проектирования окон с легким доступом к коду его компонентов и простота работы с базами данных на MySQL.

Функционал разработанного консольного приложения позволяет существенно снизить трудозатраты за счет поиска по всей базе данных, находящейся на локальном сервере организации, имеется возможность добавлять, изменять, удалять записи и информацию, содержащуюся в полях таблиц. Данные операции производятся в пользовательском окне, что упрощает работу сотрудника и не требует от него специальных навыков для работы с запросами к базе данных.

Приложение для индивидуального контроля рациона питания

Янина-Ходакова В.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
vasyokvasyok333@yandex.ru

В настоящее время практически каждый человек хотя бы раз сталкивался с проблемой несоблюдения режима потребления пищи. Во все ускоряющемся ритме жизни люди не могут уделять достаточное количество времени для отслеживания своего рациона питания. Чтобы контролировать потребляемые вещества, были изобретены дневники питания [1], представляющие собой обычную тетрадь или электронные таблицы, в которые её владелец записывал продукты и блюда, употребляемые им в течение дня. Однако вычислять необходимые показатели, такие как макроэлементы и калории, пользователю приходилось самостоятельно. При этом возникало большое количество ошибок.

Для решения данной проблемы было разработано приложение для ведения дневника питания «БЖУК», позволяющее выполнять различные задачи, связанные с контролем рациона питания. В нем пользователю предоставляется возможность производить автоматический расчет всех необходимых показателей, таких как калораж и БЖУ, а также следующие функции:

1. Контроль введенных данных и ограничения целей пользователя.

Контроль введенных данных и ограничение целей представляют собой отслеживание введенной пользователем информации и сопоставление ее с установленным в системе рядом правил. При несоответствии пользователь получит уведомление, описывающее проблему и возможные пути ее решения.

2. Выбор системы питания. Расчет калоража и БЖУ по выбранной системе питания и по личным данным пользователя/по личным данным пользователя.

В приложении реализовано несколько систем питания: белковая диета [2], низкокалорийная диета [3], диета для набора массы [4], атомная диета [5], белково-углеводное чередование [5]. Каждая система питания содержит соответствующую формулу вычисления калоража и БЖУ. После выбора пользователем подходящей диеты в приложении производится расчет необходимых показателей индивидуально по сохраненным в системе личным данным. В приложении «БЖУК» имеется возможность рассчитывать калораж и БЖУ без определения системы питания.

3. Ведение дневника питания.

Ведение дневника питания включает в себя возможность отслеживать потребляемые макроэлементы и калории, добавлять, удалять и редактировать продукты и блюда в приемах пищи.

4. Создание нового продукта в системе/нового блюда из ингредиентов в системе.

При добавлении продукта в программу вводится информация, состоящая из названия, единиц измерения, количества, калорий и БЖУ. При создании блюда вводится название и число порций, а затем из списка существующих в системе продуктов выбираются необходимые ингредиенты и их количество.

Использование разработанного приложения «БЖУК», предоставляющего возможность ведения дневника питания, определения необходимой диеты, а также учета потребления и создания новых составных продуктов, позволит избежать возникновения ошибок, связанных с расчетом необходимого количества БЖУ и калорий и с определением целей пользователя, и упростит индивидуальный контроль рациона питания широкого круга пользователей.

Список литературы

1. Королева М.В. Дневник питания – М.: АСТ, 2018. – 224с.
2. Правильное похудение и здоровый образ жизни [Электронный ресурс]: Белковая диета. – Режим доступа: http://www.pravilnoe-pokhudenie.ru/belkovaya-dieta.shtml, свободный – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 05.01.2019)
3. Рухинин А.Ю. Современные подходы к лечению ожирения / А.Ю. Рухинин // Лечащий врач, 2006. – с. 20-23.
4. Aragon A.A. Nutrient timing revisited: is there a post-exercise anabolic window / A.A. Aragon // Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2013. – 11 с.
5. McBurney L.L. The Effect of Dietary Alteration of Protein, Carbohydrate and Fat on Physical Performance of the Albino Rat / L.L. McBurnay // Michigan State University: Department of Health, Physical Education, and Recreation, 1969. – 44 с.

Применение технологий Data Mining к задачам риелторской деятельности

Янов С.А., Абдряхимов Р.Н., Иванченко Н.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Филимонов А.Б.
МАИ, Москва
janov.stanislav@yandex.ru

Методы, предоставляемые технологией Data mining, находят зависимости в ранее неизвестных данных, и формулируют на их основе гипотезы. Эта технология используется в разных отраслях: в банковском деле для расчета надежности заемщика при выдаче кредита, в маркетинге при поиске целевой аудитории бренда. Государственные службы используют технологию для определения местоположения потерявшихся людей или поиска лиц, уклоняющихся от уплаты налогов. Данная технология нашла применение и в риелторской деятельности. Одна из решаемых в этой сфере задач – оценка стоимости жилья.

Для работы с такими конкретными величинами, как стоимость объекта недвижимости используются регрессионные модели. Построение модели начинается с установления характерных для объекта оценки факторов.

В качестве основных факторов для оценки стоимости объекта недвижимости выбраны: адрес, наличие балкона, ближайшее метро, год капитального ремонта, год постройки, город, количество комнат, материал стен, район, микрорайон, полы, санузел, этажность и др. Для сбора необходимых данных выбраны сайты риелторской направленности. Осуществлено автоматическое извлечение отобранных признаков объектов. Полученные данные нормализуются и сохраняются в виде таблицы формата csv.

На подготовленных данных была исследована эффективность нескольких регрессионных моделей: метод наименьших квадратов, гребневая регрессия и т.д. Исследована эффективность ансамблей отобранных алгоритмов в различных сочетаниях. На основе результатов исследования выбрана наиболее эффективная модель.

Языком программирования для реализации данного метода нами решено использовать Python 3 с библиотеками scikit-learn, numpy, pandas и т.д.

Список литературы

1. Грибовский С.В., Сивец С.А. Математические методы оценки стоимости недвижимого имущества – М.: Финансы и статистика, 2008. –368 с
2. Анисимова И.Н., Баринов Н.П., Грибовский С.В. Учет разнотипных ценообразующих факторов в многомерных регрессионных моделях оценки недвижимости // Вопросы оценки. —2004. —No 2. [электронный ресурс].
3. Маннинг К. Введение в информационный поиск / К. Маннинг, П. Рагхаван, Х. Шютце. –М.: Вильямс, 2011. С. 528.

Методы компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения железных дорог

Амангильдин Р.М., Каримов Д.Р.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
amangildin98@mail.ru

Полное сопротивление подвесной контактной системы подачи питания и нагрузки на поезд являются причиной сбоев в сети переменного тока, таких, как падение напряжения вдоль длины фидера, сильные гармонические токи, вызванные мощными поездами, которые работают в условиях низкого коэффициента мощности (обычно 0,5-0,85) и т. д. Хотя большинство электровозов могут работать в широком диапазоне напряжений пантографа (19-29 кВ), тяговые характеристики и условия электропитания наиболее высокие при номинальном напряжении 25 кВ [1]. Это означает, что все факторы, которые могут вызвать потери в сетях электроснабжения, должны быть ограничены или по возможности устранены. Одним из таких факторов является реактивная мощность. Компенсация реактивной мощности путем установки внешних источников реактивной мощности стала одним из возможных решений для энергоснабжения.

Для улучшения количественных показателей переменного тока 25 кВ, 50 Гц тяговой системы необходимо учитывать тот факт, что коэффициент мощности системы низкий (вследствие высокого потребления реактивной мощности). Кроме того, нужно учест, трансформаторы тяговых подстанций не полностью нагружены (всего 68% от их номинальной мощности). В системе переменного тока электрической тяги транспортных средств используются статические полупроводниковые преобразователи-выпрямители, а также инверторы, которые вызывают появление гармоник токов, составляющих напряжения в системе питания. Для улучшения энергетических показателей переменного тока напряжением 25 кВ, 50 Гц электрифицированных железных дорог необходимо использовать системы компенсации реактивной мощности.

Чтобы увеличить коэффициент мощности cos φ переменного напряжения 25 кВ и 50 Гц, можно установить стандартное оборудование компенсации реактивной мощности, которое используется в других системах. Источниками реактивной мощности могут служить синхронные компенсаторы, синхронные двигатели и конденсаторные батареи. Синхронные компенсаторы и синхронные электрические машины чаще всего используются в симметричных трехфазных системах электропитания. Рекомендуется использовать синхронные компенсаторы, если мощность источников реактивной мощности превышает 7500 кВА [2]. При строительстве новых электрифицированных сетей железнодорожного пути с помощью компенсации реактивной мощности количество проектных трансформаторов тяговых подстанций и их мощность же быть сокращено, а поперечное сечение контактных проводов может быть уменьшено.

В отличие от ситуации в промышленном энергетическом секторе, нагрузка на железнодорожный энергетический сектор, и особенно на железнодорожные тяговые линии, может значительно изменяться. Поэтому необходимо обеспечить надежное и стабильное электроснабжение тяговых транспортных средств. Они потребляют значительную долю реактивной мощности от контактной сети 25 кВ, 50 Гц, поэтому коэффициент мощности cos φ в точке шины тяговой подстанции является относительно низким (0,75–0,85). Значение среднего коэффициента мощности cos φ составляет около 0,8. Реактивная мощность необходима для электрических тяговых транспортных средств, которые потребляют ее от энергосистемы и нагружают линии электропередачи, трансформаторы, увеличивают активную мощность и ее потери.

Также для компенсации реактивной мощности применяют такое устройство, как шунтирующий реактор. Это устройство подключается параллельно с линией питания 25 кВ 50 Гц. Шунтирующий реактор реактивной мощности может применяться как на уровне нагрузки или на уровне подстанции, так и на уровне передачи. Компенсация должна быть как можно ближе к точке потребления, чтобы избежать ее распределения в другой части сети. Устройство подает реактивную мощность всей системе [3].

Таким образом, применяя синхронные компенсаторы и шунтирующие реакторы, можно добиться повышения коэффициента мощности с 0,85 до 0,97 при напряжении питания 25 кВ и частоте 50 Гц. Оптимально спроектированные системы компенсации снижают затраты электроэнергии и потери в электрооборудовании.

Список литературы
1. Мамошин Р.Р., Зимакова А.Н. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1980. 127 с.
2. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. М., 1982. С. 324-329.
3. Папченков, С.И. Электрические аппараты и схемы тягового подвижного состава железных дорог. М.: Желдориздат, 2002. 560 с.

Разработка универсальной системы управления для установок ионного азотирования и её практическое применение. Аппаратная часть

Андрющенко А.В., Котляр Д.И.
Научный руководитель — к.т.н. Ломанов А.Н.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Тутаев
Andreyyes@mail.ru

Поверхностное упрочнение металлов и сплавов широко применяется во многих отраслях промышленности. Оно позволяет получить высокую твердость и износостойкость поверхностного слоя при сохранении достаточно вязкой сердцевины, способствует повышению долговечности и усталостной прочности.

В настоящее время в ПАО «ОДК-САТУРН» в цехе термической обработки установлено оборудование для азотирования деталей. Наряду с современными установками ионного азотирования, в цехе имеются более старые: ЭВТ85 и НГВ66. Данные установки успешно функционируют, однако им присущ серьёзный недостаток – устаревшая система управления.

Система управления построена на базе специализированного управляющего контроллера, который проектировался исключительно для этих установок и в настоящее время уже не производится и не поддерживается производителем. Весь интерфейс управления заключен в шести семисегментных индикаторах, 14 светодиодах и 19 кнопках. Этот интерфейс ненагляден и неудобен для операторов, а также подвержен механическому износу. Ремонт практически не осуществляется.

В связи с перечисленными недостатками на предприятии возникла необходимость модернизации установок ионного азотирования.

Модернизация началась с изучения документации и техпроцессов. Поскольку установки имеют схожую конструкцию и алгоритмы работы, было принято решение спроектировать универсальную систему управления, которую с минимальными доработками можно использовать не только для любой из этих установок, но и для других аналогичных установок.

Для реализации принципа универсальности целесообразно применить структуру системы управления в виде распределённой системы ввода/вывода с головным управляющим контроллером. Часто в качестве головного управляющего контроллера используется ПЛК, а интерфейс реализуется на отдельном сенсорном панельном контроллере. В данном случае, вследствие большой инерционности установки, не требуется высокая скорость работы системы управления. Это позволяет отказаться от применения отдельного управляющего ПЛК и всё управление вместе с пользовательским интерфейсом перенести на сенсорный панельный контроллер. В результате стоимость системы управления существенно снижается.

К сенсорному панельному контроллеру по интерфейсу RS-485 подключаются модули ввода/вывода, а уже к модулям подключаются сигнальные и управляющие цепи установки. Таким образом, меняя количество модулей ввода/вывода, можно собрать систему управления под конкретную установку. Данная конструкция также отличается хорошей ремонтопригодностью. В случае выхода из строя какого-либо модуля, от него откручиваются контактные колодки, модуль демонтируется, и на его место устанавливается новый. Такой подход уменьшает время простоя установки в случае поломки.

В качестве элементной базы была выбрана продукция российской фирмы «ОВЕН», которая отличается доступной ценой и хорошим качеством. После того как было определено аппаратное устройство новой системы управления, были разработаны чертежи принципиальных электрических схем новой системы управления. Для проведения отладки были закуплены все необходимые компоненты и расходные материалы, а затем был собран отладочный макет системы управления.

Поскольку отлаживать систему управления сразу на реальной установке ионного азотирования небезопасно и неудобно, было принято решение изготовить специальный отладочный стенд-эмулятор. Он подключается к системе управления и имитирует все сигналы реальной вакуумной установки, причем пользователь может задавать любые комбинации этих сигналов. На стенде установлены кнопки и тумблеры для эмуляции дискретных сигналов, а также переменные резисторы

для эмуляции аналоговых сигналов. Для контроля правильности работы системы управления установлены светодиоды для отображения дискретных сигналов и миниатюрные вольтметры для отображения аналоговых сигналов.

Для монтажа новой системы управления в шкаф управления вакуумной установки была спроектирована новая передняя панель, на которой разместились сенсорный панельный контроллер, модули ввода/вывода, кнопка аварийной остановки, а также приборы от старой системы управления: вакуумметр, вольтметр, амперметр, панель мнемосхемы. Панель изготовлена на заказ из металла с помощью лазерной резки, а затем покрашена эмалью.

По результатам проведённой работы была спроектирована новая система управления, изготовлен её макет, а также собран отладочный стенд-эмулятор. Спроектирована и изготовлена новая панель управления установкой. Система управления функционирует с помощью программы, работающей в сенсорном панельном контроллере. Данная программа разработана и отлажена на втором этапе работ.

Варианты уменьшения массогабаритных параметров многоуровневого инвертора напряжения

Ахмадеев Р.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фёдоров Е.Ю.
КНИТУ-КАИ, Казань
rustam-ahm@yandex.ru

В настоящее время многоуровневые инверторы напряжения значительную весомую роль на рынке высоковольтной энергетики. Силовые полупроводниковые устройства широко применяются для электроприводов переменного тока, для передачи электроэнергии постоянного и переменного тока.

Главным преимуществом многоуровневых инверторов в сравнении с классическими двухуровневыми является, что за счет увеличения числа полупроводниковых элементов в схеме можно достичь следующих результатов:

1) возможность, используя стандартные низковольтные полупроводниковые элементы, получить высокое напряжение на выходе (например, IGBT-модули), не применяя при этом высоковольтные полупроводники;

2) хорошее качество питающей сети, которое стремится к идеальной синусоиде благодаря многоступенчатости выходного напряжения.

Спектральный состав играет важную роль в устройствах силовой электроники: в силовых выпрямителях, в тиристорных преобразователях и статических компенсаторах. Способы широтно-импульсной модуляции (ШИМ), применяемые для управления статическими преобразователями, такими, как машинные приводы, корректоры коэффициенты мощности или функциональные силовые фильтры, не выделяют безупречные синусоидальные сигналы, которые находятся в сильной зависимости от частоты переключения полупроводников. Как правило, с преобразователями напряжения или тока, генерирующими дискретные выходные сигналы, приходится применять машины с особой изоляцией, а в некоторых случаях потребуются гигантские индуктивности, объединенные поочередно с соответствующей нагрузкой. В результате получается выходное усилие, не соответствующее требованиям к устройству. Искаженные напряжения и формы токов является причиной гармонического загрязнения, издержек мощности и частотного шума, которые воздействуют не только на нагрузку мощности, но и на связанные контроллеры. Все эти недостатки могут быть преодолены благодаря использованию многоуровневых преобразователей с добавлением больших значений напряжения. Многоуровневые инверторы могут использоваться не только с традиционной ШИМ, но и с векторной ШИМ, что существенно сильно улучшает качество сигнала выходного напряжения. При применении амплитудной модуляции гармоники низшего напряжения полностью устраняются, генерируются практически безупречные синусоидальные сигналы. Любой преобразователь работает с невысокой частотой коммутации, понижая полупроводниковые напряжения и, значит, понижая издержки на переключениях.

Многоуровневые инверторы включают в себя массив силовых полупроводников и емкостных источников напряжения, выход которых генерирует напряжения ступенчатой формы. Коммутация переключателей позволяет добавлять напряжения на конденсаторе и получать высочайшее напряжение на выходе, а силовые полупроводники обязаны выдерживать лишь уменьшенные напряжения. Двухуровневый инвертор генерирует выходное усилие с двумя значениями (уровнями) отрицательной клеммы конденсатора, а трехуровневый инвертор генерирует три напряжения и т.д. Термин “многоуровневый” применяется к инвертору начиная с трехуровневого. За счет наращивания количества значений в инверторе, выходные напряжения имеют более ступеней, формируя форму

тока в виде лестницы, которая содержит уменьшенные гармонические преломления. Для многоуровневых инверторов предложены три возможные топологии: диодно-зажимные, конденсаторные и каскадные многоэлементные с отдельными источниками постоянного тока. Для многоуровневых инверторов было разработано или принято некоторое количество стратегий модуляции и управления: многоуровневая синусоидальная широтно-импульсная модуляция, многоуровневая селективная гармоническая элиминация и пространственно-векторная модуляция.

Исходя из вышесказанного, наиболее актуальной является топология многоуровневого каскадного инвертора. На данный момент ведутся работы по усовершенствованию многоуровневых преобразователей. Предлагаются доработанные схемы с фиксированной нейтральной точкой и с плавающими конденсаторами, а также схемы с активным звеном постоянного тока. Анализируются способы управления для решения проблем регулирования баланса напряжения на шине постоянного тока и рекуперациий энергии в сеть.

Список литературы

1. Макаров. В.Г., Хайбрахманов. Р.Н. Многоуровневые инверторы напряжения. Обзор топологий и применения // Вестник технологического университета. 2016 Т.19, №22.

2. Розанов. Ю.К. Силовая электроника: учебник и практикум для СПО. – М.: Юрайт. 2018

Сверхпроводниковый электродвигатель для аэроэлектродвижения летательного аппарата

Ахунов М.Т.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пенкин В.Т.
МАИ, Москва
mihan2517@mail.ru

В связи с особенностями режимов работы вертолета в отличие от самолета, тяговый привод требует большей мощности и более высокой плотности энергии, а это, в свою очередь, приводит к потребности в более мощном электрическом тяговом двигателе и большей мощности от источника электрической энергии или от аккумулятора, что ограничено максимальным взлетным весом вертолета и местом для установки электрических компонентов тягового привода. Необходимо использование аккумулятора для хранения электроэнергии на борту вертолета, поскольку источник электрической энергии в настоящее время невозможен из-за веса и размеров. Несмотря на большой объем исследований, сверхпроводящие электрические двигатели не находят практического применения для создания тяги приводов самолетов. Аналогичные тенденции наблюдаются и в отношении тяговых электроприводов с питанием от топливных элементов и обычных электродвигателей для электрификации воздушных судов. Это связано с тем, что максимальный эффект синергии может быть получен только благодаря применению топливных элементов вместе с различными вариантами сверхпроводящих электрических машин. Сегодня это стало актуальным, потому что в последние пять лет наблюдается технологические прорывы в разработках сверхпроводящих двигателей и современных топливных элементов со значительно улучшенными эффективными показателями: весом, размером и стоимостью. Основываясь на анализе современных данных, электрическую версию вертолета можно считать реализуемой. Концептуальная система, которая будет электрифицировать вертолет, состоит из следующих подсистем [1,2,3]:

- сверхпроводящий электродвигатель;
- ионно-мембранные топливные элементы;
- силовая электроника;
- резервуар с водородом.

Список литературы

1. Пенкин В.Т. Разработка синхронных электрически машин с композитными и объемными сверхпроводниками в роторе. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Москва, 2012. 310 с.

2. Masson P.J., Soban D.S., Brown G.V. and Luongo C.A. HTS Machines as enabling Technology for All-Electric Airborne Vehicles // Superconductor Science and Technology. -2007. -Vol.20-No.8-P. 748-756.

3. Cesar A. Luongo, Senior Member, IEEE, Philippe J. Masson, Senior Member, IEEE, Taewoo Nam, Dimitri Mavris, Hyun D. Kim, Gerald V. Brown, Mark Waters, and David Hall. Next Generation More-Electric Aircraft: A Potential Application for HTS Superconductors // iee transactions on appled superconductivity, vol. 19, no. 3, jule 2009.

Анализ отказоустойчивости электротехнических комплексов для авиакосмического применения

Барабанов К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хайруллин И.Х.
УГАТУ, Уфа
kb5233@yandex.ru

Основными тенденциями совершенствования систем летательных аппаратов являются снижение массы и габаритов, увеличение надежности и КПД. Для удовлетворения этих потребностей была предложена концепция более электрического летательного аппарата. В современных летательных аппаратах энергия сжигаемого топлива конвертируется в гидравлическую, механическую, пневматическую и электрическую для функционирования различных систем летательных аппаратов. Концепция более электрического летательного аппарата предлагает использование только электрической энергии для функционирования этих систем. Данное решение позволит уменьшить массу, габариты и увеличить КПД. Однако возникает потребность увеличения надежности электротехнических комплексов и систем. Применяемые электротехнические комплексы и системы должны работать в критических ситуациях, а также продолжать функционировать при возникновении отказа. Это актуально и для систем аэрокосмических аппаратов. Одним из наиболее распространенных электротехнических комплексов, входящих в состав летательного аппарата, является электродвигатель с системой управления, применяемый в исполнительных приводах, насосах и вентиляторах.

В сферах, где требуется повышенная надежность, наибольшее распространение получили синхронные машины с постоянными магнитами благодаря высокой эффективности и надежности.

Отказоустойчивость электротехнических комплексов подразумевает как применение специальных технологий для обеспечения работоспособности изделия в случае отказа, так и снижение негативных факторов отказа, а также повышение общего уровня надежности, а также адаптацию алгоритма управления для обеспечения заданных характеристик.

Причинами отказов являются механические, электрические и термические нагрузки, которые испытывают основные функциональные узлы электротехнического комплекса. Кроме того, могут повлиять скачки напряжения, высокая скорость нарастания напряжения при широтно-импульсной модуляции, частичные разряды внутри машины, недостаточное охлаждение и плохое обслуживание.

Концепция отказоустойчивости включает в себя следующие принципы [1]:

1) обнаружение неисправности;
2) изоляция неисправности;
3) сдерживание неисправности;
4) нейтрализация неисправности;
5) компенсация неисправности.

Исходя из принципов, формируется следующая стратегия обеспечения отказоустойчивости электротехнического комплекса: 1) измерение фазных токов и напряжений, а также напряжения и тока источника питания для обнаружения отказа; 2) полная изоляция фаз, подразумевающая электрическую, магнитную, термическую, физическую независимость фаз друг от друга; 3) резервирование (использование многофазных двигателей, многофазных инверторов, резервирование источников питания, систем управления, алгоритмов управления, датчиков положения и скорости ротора).

Повысить уровень надежности, не прибегая к резервированию, помогут следующие примеры [2]:

1) использование однослойной концентрической обмотки, которая позволит физически и магнитно разделить фазы;

2) применение обмотки с повышенной индуктивностью фазы, для снижения тока короткого замыкания;

3) проектирование машины на завышенную мощность, относительно минимальной, для обеспечения заданной выходной мощности при отказе.

В данной работе проведен анализ различных способов обеспечения отказоустойчивости электродвигателей. Была составлена структурная схема электротехнического комплекса с использованием наиболее эффективных способов обеспечения отказоустойчивости, а также составлена имитационная модель в программном комплексе MATLAB Simulink.

Список литературы

1. Fault-Tolerant Design of Motor-Drives for High Reliability Applications. G. Fabri, E. Della Loggia, M. Tursini 2015 IEEE.

2. Turn-turn short circuit fault management in permanent magnet machines. Arumugam, Puvaneswaran and Hamiti, Tahar and Gerada, C. IET Electric Power Applications, 9 (9). pp. 634-641. ISSN 1751-8679.
3. Fault Tolerant Three-Phase AC Motor Drive Topologies: A Comparison of Features, Cost, and Limitations. Brian A. Welchko, Member, IEEE, Thomas A. Lipo, Life Fellow, IEEE, Thomas M. Jahns, Fellow, IEEE, and Steven E. Schulz. IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 19, NO. 4, JULY 2004.
4. High Reliability Permanent Magnet Brushless Motor Drive for Aircraft Application. Marco Villani, Marco Tursini, Luca Castellini. IEEE Yransactions on Industrial Electronics, May 2012.

Алгоритм работы многоступенчатого регулятора

Биюсов И.Р.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Комаров В.М.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
STUG-4@yandex.ru

Рассматривается вопрос поиска наиболее оптимального с точки зрения, затрат, надежности и качества, алгоритма управления многоступенчатым регулятором, то есть интерпретация при помощи физических выходных устройств программно-рассчитанной производительности замкнутого контура регулирования.

Выходные устройства бывают аналоговые и дискретные. Аналоговые регуляторы мощности обеспечивают высокое качество регулирования, но при этом значительно сложнее устроены и менее надежны, особенно при больших коммутируемых нагрузках. Дискретные регуляторы (которые обычно представляют собой механическое или оптоэлектронное реле), проигрывая в качестве регулирования, в силу своей простоты выгодны экономически и могут коммутировать практически любую нагрузку. Надежность обеспечивается резервированием – увеличением количества ступеней. Очевидно, что хотелось бы получить надежный многоступенчатый регулятор, способный работать под большими нагрузками и одновременно обеспечивать плавность регулирования во всем диапазоне требуемой производительности.

Наиболее простым решением является многоступенчатый регулятор, в котором плавность регулирования может быть достигнута применением необходимого количества дискретных ступеней одинаковой мощности, что упростит резервирование ступеней, так как они взаимозаменяемы, но при высоких требованиях к плавности регулирования потребуется большое количество ступеней, что увеличит сложность, затраты и уменьшит надежность.

Другим решением является применение многоступенчатого дискретного регулятора с ступенями разной мощности (каждая последующая ступень имеет мощность в два раза большую, чем предыдущая). При том же количестве ступеней, повышается плавность регулирования, но появляется проблема взаимозаменяемости, а соответственно, и резервирования.

Оптимальным решением могло бы стать использование в регуляторе ступеней равной производительности, в которой одна из ступеней имеет плавное регулирование. Требуемая производительность достигается регулятором при помощи плавной и необходимого количества дискретных ступеней.

Рассмотрим пример трехступенчатого регулятора с одной плавной и двумя дискретными ступенями. Каждая из ступеней может обеспечить 1/3 общей производительности системы.

Первая ступень плавная и обеспечивает мощность в диапазоне от 0 до 1/3. Вторая и третья ступени – дискретные, т. е. могут выдать мощность либо 0, либо 1/3. Таким образом, при комбинировании дискретных и плавной ступеней может быть обеспечена любая требуемая производительность системы. Пороги подключения/отключения дискретных ступеней равны, соответственно, 1/3 и 2/3 общей производительности.

В теории процесс регулирования должен происходить следующим образом. Первая ступень обеспечивает требуемую производительность системы в диапазоне от 0 до 1/3. Когда требуемая производительность превысит порог в 1/3, подключится вторая ступень, а мощность первой ступени будет снижена до 0. После этого первая ступень вновь начнет работать, меняя свою мощность, обеспечивая суммарную требуемую производительность в диапазоне 1/3 до 2/3 с учетом подключенной второй ступени. При превышении требуемой производительностью системы порога в 2/3 подключится третья ступень. В этот же момент мощность первой ступени вновь будет снижена до нуля, и после этого первая ступень начнет работать, меняя свою мощность, суммарно обеспечивая требуемую производительность в диапазоне 2/3 до 3/3 с учетом подключенных второй и третьей ступеней.

При снижении требуемой производительности системы процесс будет происходить в обратном порядке. То есть при уменьшении требуемой производительности ниже порога отключения отключится соответствующая дискретная ступень, а производительность плавной ступени станет максимальной.

На практике необходимо предусмотреть защиту от ложных переключений ступеней, поскольку в условиях реальной эксплуатации неизбежно воздействие помех измерения в линии обратной связи регулятора, а также переменной нагрузки, что может привести к скачкообразному изменению процесса.

В качестве защиты от помех измерения необходимо предусмотреть гистерезис по времени. То есть после перехода требуемой производительности в новый сектор ее значение должно стабильно находиться в новом секторе в течение заданного времени, и только после этого происходит подключение или отключение ступеней.

В качестве защиты от переменной нагрузки необходимо ввести зоны нечувствительности (которые выражаются в процентах от общей производительности) на границах порогов переключения.

Исходя из вышеописанного алгоритма, процесс регулирования можно представить в виде формул управления аналоговой и дискретными ступенями, которые легко реализуются программно (графики и формулы приведены в полной версии работы).

В качестве вывода стоит отметить, что хотя разработанный алгоритм решает поставленные задачи, он не является единственно верным решением. Другие рассмотренные варианты, тоже имеющие указанные недостатки, также применимы.

Исследование особенностей режимов широтно-импульсной модуляции по синусоидальному закону при реализации в трехфазных инверторах

Благинин Д.В., Благинин Н.В., Чернов Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крючков В.В.
МАИ, Москва
danilablaginin@yandex.ru

Современный этап развития авиационной техники характеризуется расширением круга сложных задач, связанных с внедрением новейших систем жизнеобеспечения экипажа и повышением комфорта пассажиров, совершенствованием традиционных систем бортового оборудования, увеличением объема и трафика информационных и вычислительных комплексов. Увеличение числа бортовых электронных устройств – средств связи, навигации, автоматизированных систем, внедрение цифровых электронных систем управления приводит к росту потребляемых ими мощностей и необходимости повышения их надежности и отказоустойчивости. Это требует совершенствования энергетических систем летательного аппарата (ЛА).

Одним из основных стандартов ботовой сети электропитания является трехфазная сеть переменного тока с фазным напряжением 115 В частотой 400 Гц. В режиме штатной работы генераторы обеспечивают необходимую мощность питания. Однако в случае отказа основных источников электропитания задействуется резервное питание от бортового аккумулятора. Для преобразования постоянного напряжения аккумулятора в переменное напряжение заданного качества для питания бортовых систем необходим инвертор напряжения.

Как правило, на выходе силового каскада инвертора формируется последовательность прямоугольных импульсов. Для целого ряда нагрузок переменного тока (осветительные, нагревательные и другие устройства) такая форма питающего напряжения допустима или приемлема (электродвигатели, обмотки электромагнитов, реле и т.д.). Однако большинство жизненно важных систем ЛА чувствительны к качеству напряжения питания, что требует обеспечения заданного качества синусоидального напряжения для снижения уровня радиопомех, минимизации использования фильтров со стороны потребителей линии связи. Кроме того, при синусоидальной форме напряжения передача энергии по обычным проводным линиям не вызывает искажения формы напряжения.

В ходе исследования математические расчеты выполнены в программе MATLAB и проверены путем моделирования в Simulink. Анализ выполнен с числом импульсов за период основной гармоники от p = 15 до p = 27 с шагом 3 для режимов двух– и трехуровневой широтно-импульсной модуляции по синусоидальному закону (ШИМ–СИН).

Результаты исследования представлены в виде графиков: формирования сигналов управления, линейных напряжений, фазных напряжений, а также спектральных составов. Для удобства результаты представлены и в таблицах.

В Simulink созданы модели трехфазных мостовых коммутаторов в режиме ШИМ–СИН с индуктивноемкостным фильтром и активной нагрузкой.

Результатом исследования является доказательство невозможности использования режима трехуровневой ШИМ–СИН в трехфазной мостовой схеме с RL нагрузкой и возможности реализации трехфазного инвертора в режиме двухуровневой ШИМ–СИН с помощью трехфазной мостовой схемы при условии четности числа импульсов и его кратности трем.

Литература

Щетинин В.Е., Аверин С.В.. Алгоритм управления силовыми ключами многоячеечного инвертора в режиме ШИМ // Практическая силовая энергетика. 2016. №62. С. 35-43.

Анализ устройств устранения несимметрии питающей сети электротехнологических комплексов

Большакова Ю.С.
Научный руководитель — Елисеичев Е.А.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
ulianight@gmail.com

Несимметрия напряжений – причина низкого качества электрической энергии.

Возможные последствия несимметрии напряжений: уменьшение срока эксплуатации асинхронных двигателей, трехфазных электроприборов; увеличение потерь; вероятность перенапряжений, повышения или понижения напряжения у однофазных потребителей.

К примеру, возникающие несимметричные режимы сети при работе однофазных ростовых установок по производству тугоплавких монокристаллов типа «АПЕКС-М» приводят к изменению фазности и величины однофазных питающих напряжений. Каждый элемент комплекса включается в трехфазную сеть по одно-трехфазной схеме. Данный способ отрицательно влияет на параметры симметрии трехфазной питающей сети и сказывается на работе других потребителей.

Симметричные трехфазные напряжение имеют одинаковые значения по фазам, а фазное смещение равно 120°. Многофазная система раскладывается на три симметричные составляющие: систему прямой последовательности и накладываемые на неё системы обратной и нулевой последовательностей.

Несимметрия трехфазной системы оценивается коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности К_2U% и нулевой последовательности К_0U%. Данные коэффициенты являются нормированными показателями качества электрической энергии, нормальные и предельно допустимые значения коэффициентов по ГОСТ 13109-97 располагаются в пределах: 2 % – нормально допустимое значение, 4 % – предельно допустимое значение; порядок нормирования по ГОСТ 32144-2013: «усредненные в интервале 10 минут значения коэффициентов не должны превышать 2 % в течение 95 % времени в одну неделю и не должны выходить за пределы 4 % в течение 100 % времени этого интервала» [1].

Способы устранения несимметричного режима и приведения коэффициента несимметрии к нормируемому значению:

1. Изменение мощности трансформатора: на высоком напряжении с уменьшение мощности трансформатора коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности понижается.

2. Увеличение значения межфазного сопротивления между теми фазами, которые перегружены, приводит к выравниванию нагрузок по фазам, что способствует снижению несимметрии напряжений.

3. Применение симметрирующего устройства (СУ):

• СУ, представляющие собой дискретные элементы – индуктивность и емкость, распределяющие токи между фазами электрической сети и приводящие коэффициент несимметрии к нормируемому значению. Параметры нагрузки в них изменяются методом дискретного регулирования.

• Быстродействующие СУ с плавнорегулируемым изменением характера проводимости (емкостного или индуктивного) от нуля до номинального значения.

Управление СУ осуществляется с применением системы автоматического регулирования несимметрии одноплечевой нагрузки.

Для ростовой установки выращивания монокристаллов «АПЕКС-М» суточные графики изменения линейного напряжения отображают несимметрию напряжения, а коэффициент несимметрии К_2U= 3,14 % подходит к предельно допустимому значению нормы ГОСТ [1].

При внедрении в структурную схему межфазной СУ и автоматического регулирования (САР) несимметрии одноплечевой нагрузки графики напряжений симметрируются, коэффициент несимметрии по обратной последовательности уменьшается и равняется К_2U= 0,41 %.

Таким образом, несимметрия напряжений – причина возникновения проблем безопасности для энергостистемы, снижения качества электрической энергии и увеличения потерь мощности в сети – 40 %. Для промышленной установки по выращиванию монокристаллов лейкосапфира методом Киропулоса применение межфазного симметрирующего устройства (СУ) позволят снизить несимметрию напряжений сети и уменьшить коэффициенты несимметрии по обратной последовательности.

Список литературы

1. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.: М.: Стандартинформ, 2014. – 23 с.

2. Чижикова Н.В. Влияние несимметричного режима электрической сети на работу потребителей электрической энергии. // «Вестник ИГЭУ». 2013. Вып.6. – 110 с.

3. Руди Д.Ю, Антонов А. И., Гоненко Т.В., Клеутин В.И., Руппель А.А., Руппель Е.Ю. Методы снижения несимметрии напряжения в электрических сетях 0,4-10 кВ. – // Омский научный вестник. 2018. №2 (158). – 138 с.

4. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 2006. – 57 с.

5. Дулепов Д.Е., Тюндина Т.Е. Расчет несимметрии напряжений. Вестник НГИЭИ. 2015. №4 (47). – 90 с.

Построение электрической схемы для универсального лабораторного стенда

Борзов Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Корнилов А.Б.
МАИ, Москва
borzov-nikita@mail.ru

При проведении лабораторных работ по блоку курсов теоретической электротехники используется универсально-исследовательский лабораторный стенд. При наличии неоспоримых преимуществ физического моделирования на таком стенде, имеются и ограничения: износ и выход из строя элементов стенда, габариты конструкции. Современные компьютерные технологии позволяют дополнить работу на стенде режимами исследований, точностью и контролем измерений, масштабированием и индивидуализацией учебного процесса [1].

В состав универсального стенда входят различные модули: наборное поле; блок переменных сопротивлений, индуктивностей, емкостей; источники постоянной электродвижущей силы (ЭДС) и низкочастотной синусоидальной ЭДС, трехфазное питание, дискретные элементы, а также измерительные приборы – универсальный цифровой вольтметр и осциллограф [2]. Режимы исследований, проводимые в лабораторных работах: на постоянном токе, на переменном токе, во временной области (переходные процессы) [3].

Компьютерное моделирование электрических цепей — давно разработанная и хорошо известная область. Существует специальное программное обеспечение, как зарубежное, так и отечественное, для разного профессионального уровня и применения. Однако использование в учебном процессе требует его адаптации.

Из теории электрических цепей и машинного расчета цепей известны следующие методы: представление цепей в виде графов, представление в матрицах, формирование узловых уравнений, численное решение систем уравнений.

Для компьютерной реализации была предложена клиент-серверная архитектура, которая имеет существенное ограничение – канал связи. В условиях ограничений, которые накладывает канал связи, необходимо проводить оптимизацию объема передаваемых данных [4-6].

В ходе этой работы:

• выбрана модель монтажно-коммутационного пространства;

• выбраны схемы замещения отдельных блоков;

• собрана общая электрическая схема исследуемой цепи;

• алгоритмически, с применением редукции точек включения, получено описание схемы в табличном виде.

Результаты работы позволяют говорить об идентичности данного описания электрической схемы и описания на языке SPICE.

Список литературы

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: учеб. пособие. 7-е изд. – Спб.: Лань, 2009. – 592 с.

2. Кириллов В.Ю., Савостьянов В.В. Лабораторные работы по теоретическим основам электротехники. – М.: МАИ-ПРИНТ, 2009. – 92 с.

3. Васильева Н.С., Корнилов А.Б. Определение параметров модели учебно-исследовательского стенда // 16 международная конференция «Авиация и космонавтика – 2017». Москва, МАИ, 2017.

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.

5. 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.

6. Чуа Л., Пен-Мин Лин. Машинный анализ электронных схем: Алгоритмы и вычислительные методы: Пер с англ. – М.: Энергия, 1980.

Реализация аппаратной части учебно-тренировочного комплекса по подготовке операторов управления техническим объектом

Голубков Г.Г., Никонов Ю.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
genagolubkov@yandex.ru

Учебно-тренировочные комплексы УТК служат для подготовки сотрудников перед началом работы с реальными техническими объектами и представляют собой, как правило, программную систему, реализованную на нескольких компьютерах, снабженных мониторами высокого разрешения [1].

Очевидные недостатки подобных систем вызваны, в первую очередь, неполным соответствием учебно-тренировочных комплексов реальным условием работы, а также отсутствием на рынке готовых решений этой проблемы.

Сейчас при обучении операторов управлению реальными объектами используются тренажеры на базе персональных компьютеров (ПК) без каких-либо дополнительных физических устройств ввода-вывода информации, что не вполне соответствует работе с реальной техникой. Здесь, прежде всего, надо отметить физическое отличие тренажера от УТК, и в частности, разницу в тактильном ощущении обучаемого по сравнению с работой на реальном устройстве.

В связи с этим возникают сложности при переходе операторов на рабочее место объясняющиеся прежде всего, отсутствием опыта работы с физическим устройством (пультом управления, с кнопками). В результате по окончании обучения зачастую приходится наблюдать неразвитую механику движений, как из-за отсутствия тактильных навыков, так из-за того, что положение реального устройства (в УТК устройство моделируется на экране монитора), не совпадает с местом расположения его на экране тренировочного комплекса

Попытки решения этих проблем привели к необходимости дополнения УТК, реализованного только на ПК, электронным устройством ввода информации, в большей степени имитирующим командный пульт управляемого объекта

Задача оказалась непростой, так как на данный момент не существует универсального устройства ввода-вывода нужной конфигурации и характеристик, которое можно было бы применять в различных областях. Все существующие устройства создаются под конкретный проект, и чаще всего это выражается в том или ином графическом решении на экране монитора.

Реализация иной концепции УТК, снабженного универсальным устройством ввода-вывода (УВВ) информации, позволит:

• Лучше готовить операторов для работы в реальных машинах.

• Использовать его на любом рабочем месте с минимальными изменениями.

Последнее дает возможность говорить о некоторой универсализации подобных тренажеров.

Тщательный отбор существующих и доступных электронных схем позволил остановить выбор на элементах: ЭКР1533ЛН1 ЭКР1533ТМ7 ЭКР1533ЛН1 с микроконтроллером Arduino[2].

Обмен данными производится через USB-порт. Тестирование устройства показало его высокую работоспособность, надежность и быстродействие, что позволяет надеяться на хорошие перспективы применения его в УТК.

Следующим этапом решения поставленной задачи является разработка программного обеспечения. Программное обеспечение разрабатывается в бесплатной среде QtCreator[3], для корректного обмена данными с микроконтроллером используется класс QtSerialPort, что, в свою очередь, обеспечивает высокую отказоустойчивость. Программа получает сообщения микроконтроллера разбирает их и передает остальным машинам в составе УТК. Получая ответ от сервера, программа формирует сообщение согласно формату, который запрограммирован в зависимости от рабочего места заранее на самом микроконтроллере, и отправляет его.

Список литературы

1. Колтеева Т.В. Проблемы внедрения автоматизированных систем // Молодой ученый.2009. № 9.- С. 50-54

2. Arduino – Википедия [Электронный ресурс] // Arduino. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino (дата обращения 18.02.2019).

3. Qt Creator – Википедия [Электронный ресурс] // Qt Creator – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Qt_Creator (дата обращения 18.02.2019).

Сравнительный анализ режимов управления коллекторных двигателей постоянного тока

Горюнов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.
МАИ, Москва
faireboy@mail.ru

Для того чтобы управление двигателем было эффективным, применяют широтно-импульсную модуляцию. Этот способ даёт возможность регулировать частоту вращения вала двигателя с применением цифровых микроконтроллеров путем преобразования постоянного напряжения в импульсное. При этом управление частотой вращения осуществляют путем изменения длительности подающегося импульса. Определяющим параметром в этой задаче является длительность паузы между этими импульсами. Данный способ управления обеспечивает стабильность механических характеристик двигателя, а также плавность и широкий диапазон регулирования скорости вращения ротора. Управление не сопровождается большими потерями, то есть КПД относительно высокий.

Как правило, ряд параметров, необходимых для эффективного управления двигателем, неизвестны. Важной и неотъемлемой частью данной работы является проведение экспериментальных исследований. Двигатель, рассматриваемый в работе, имеет крайне малый размер. В связи с этим необходимо подобрать такие транзисторы, которые будут с минимальным запасом обеспечивать высокоэффективную работу двигателя, чтобы масса самого устройства не была слишком высокой по отношению к массе машины. Чтобы подобрать такие транзисторы, мы ставим цель получить минимальными средствами близкие к идеальным характеристики системы регулятор–двигатель. Одним из важных параметров двигателя при проектировании регулятора являются его динамические свойства, к которым относятся $T_{эм}$ (электромагнитная постоянная двигателя) и $T_м$ (электромеханическая постоянная двигателя). Для их определения нужны значения $R_я$ (сопротивление якоря), $L_я$ (индуктивность якоря), $J_{рот}$ (момент инерции ротора) и K_e (магнитная постоянная) машины. В работе приводится экспериментальная установка для снятия параметров и даётся сравнительная оценка применяемых методов и существующих. Полученные параметры позволяют спроектировать систему регулятор–двигатель как замкнутую САУ.

Электродинамический антигравитационный экран

Гуля А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Остроухов Н.Н.
МАИ, Москва
sasha122100@outlook.com

Обсуждается возможная схема и оцениваются параметры электродинамического устройства, обеспечивающего частичное или полное преодоление силы тяжести, действующей на летательный аппарат.

Электромагнитная часть устройства представляет собой комбинацию плоской кольцевой катушки индуктивности и центрально–симметричного семейства радиальных проводников в плоской катушке.

При пропускании постоянного тока по обмотке катушки последняя индуцирует плоское кольцевое магнитное поле с индукцией, определяемой силой тока и числом витков обмотки.

При взаимодействии радиальных токов с индукцией катушки возникает сила, направленная перпендикулярно плоскости устройства, в частности при соответствующей ориентации токов, она направлена вверх, то есть против силы тяжести.

Вес используемой нагрузки аппарата оценивается как разность развиваемой силы Ампера и общего веса летательного аппарата. Значительную часть последнего составляет вес энергоустановки и электрических проводников (при больших токах и большом числе витков обмотки катушки именно эта составляющая определяет работоспособность установки).

Выполнены оценки развиваемой подъемной силы, собственного веса электрической проводки и потребляемой мощности устройства.

При ширине плоской катушки 3 м, числе витков 1000 и силе тока 1 кА подъемная сила равна ~15 т, собственный вес проводников приблизительно 25т, потребляемая мощность около 2000 кВт

При токе в 4 кА указанные величины становятся, соответственно, равными 240 т, 100 т и 30000 кВт.

Наиболее предпочтительным вариантом энергоустановки представляется атомная электростанция.

Список литературы

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: Учеб. пособие. — В 10 т. Т. II. Теория поля. — 4-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1988.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — М.: Наука, 1977. — Т. III. Электричество.
3. Газета «Военно-промышленный курьер». 2019. №3 (1).

Анализ использования ветра на автомобильных трассах

Гурьянов М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
Guryanov_maksim_98@mail.ru

В современном мире с каждым годом количество автомобилей и автомобильных дорог стремительно возрастает. Во время движения автомобиля образуется ветер, который является искусственно созданным, и достаточно сильным. Эту энергию можно обуздать и использовать.

В связи с этим появилась идея создания ветровых электростанций на автомобильных дорогах. Автомобильная дорога – это зона со своей розой ветров, и требующих определить, где нужно ставить ветрогенераторы на дорогах. Исходя из экспериментов, можно сделать вывод, что удобнее ставить ветряки в центре дорог. Так как машины передвигаются в двух направлениях, ветер будет практически постоянным. Нужно определить, как будет выглядеть наш ветрогенератор, какие у него будут лопасти, И выбрать тот вид, который даст максимальный КПД при встречных потоках ветра и при этом будет иметь оптимальные в габариты.

И, конечно, нужно понимать, насколько будет целесообразно уместно установление этих ветрогенераторов в тех или иных местах. Примером города, в котором можно внедрить данное изобретение, является Москва: здесь с каждым годом увеличивается потребление электроэнергии. И имеет большое количество автомобильного транспорта. Ветрогенераторы можно установить на систему МКАД. Кроме того, также возможно реализовать освещение дорог, что будет весьма удобно.

Надо понимать, что большинство предприятий находится внутри городов, где преобладает регулярный поток автомобилей. То есть это питание можно направлять сразу на то или иное предприятие. Это будет очень удобно и снизит цены на электроэнергию.

Можно сделать вывод, что такая система генерирования энергии ветра в электрическую очень удобна. Такой способ получения электричества является экологически чистым, не наносит вред природе. Но надо отметить, что есть проблемы. Одна из них – это необходимость переоборудования дорог и постройки такой системы ветрогенераторов. И все же такой способ получения электричества имеет больше положительных сторон, чем отрицательных, за ним будущее.

Литература

Абдрахманов Р.С., Грациенко С.Ю. Влияние ветроэнергетических генерирующих комплексов на коммуникационные системы // Энергетика. 2008: инновации, решения, перспективы: материалы докл. междунар. науч.-техн. конф., Казань, 15-19 сент. 2008. В 5 кн. 3. Электроэнергетика и электроника. Казань: КГЭУ, 2008. – С.44-46.

Аналитическая методика расчета магнитных полей и основных параметров криогенной электрической машины без ферромагнитопровода с обмотками на основе высокотемпературных сверхпроводников

Дежина И.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дежин Д.С.
МАИ, Москва
irina.kobzeva.93@bk.ru

В настоящее время на летательных аппаратах применяются электрические машины различного назначения (высокооборотные, исполнительные, моментные). Традиционные, в том числе криогенные электрические машины со стальным магнитопроводом, обладают низким уровнем удельной мощности, который не позволяет использовать их в качестве генераторов и электродвигателей в перспективных электрических самолетах. Одним из путей снижения общей массы электрических машин является отказ от тяжелого стального магнитопровода и замена медных обмоток сверхпроводниковыми. Однако это требует создания подходов к расчету и проектированию таких электромеханических преобразователей.

Вопросы аналитического расчета электрических машин без ферромагнитопровода на основе высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) в литературе рассмотрены недостаточно полно. Представленная работа посвящена описанию разработанной аналитической методики проектирования и моделирования рабочих процессов в таких криогенных электрических машинах.

Аналитическая методика расчета двухмерных магнитных полей и основных параметров криогенных электрических машин с ферромагнитным внешним экраном построена на основе системы уравнений Максвелла с соответствующими граничными условиями для различных областей активной зоны машины: обмотки возбуждения (ОВ), воздушного зазора, обмотки статора (ОЯ), внешнего стального экрана и т.д. Решение задачи о распределении магнитных полей в двухмерной постановке в цилиндрических координатах было сведено к решению уравнения Пуассона относительно векторного магнитного потенциала.

Разработанная аналитическая методика позволяет рассчитывать следующие основные параметры криогенных электрических машин без ферромагнитопровода с ОВ и ОЯ на основе ВТСП: ЭДС холостого хода (E_0), индуктивности (L) ОЯ, взаимной индуктивности ОВ и ОЯ (М), главного индуктивного сопротивления (X_a), выходной мощности (P_2) и др.

Созданная методика является универсальной, так как она позволяет рассчитать ВТСП–электрические машины абсолютно любого уровня мощности и различной частоты вращения.

В работе представлены результаты аналитического расчета криогенной электрической машины без ферромагнитопровода с рабочей температурой 25 К и их сопоставление с результатами двух- и трехмерного моделирования методом конечных элементов. Проведенный численный расчет позволил учесть все основные допущения, принятые при аналитическом расчете. Результаты сопоставления расчетов также представлены в работе.

Электропривод на основе ВТСП лент 1-го поколения для тягового винта самолета

Задачин А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пенкин В.Т.
МАИ, Москва
al---i@mail.ru

Основными критериями совершенства летательных аппаратов (ЛА) в течение долгого времени являлись скорость и грузоподъемность. Основные критерии оценки ЛА следующего поколения связаны с их эксплуатационной, экономической и топливно-энергетической эффективностью, а также с повышенными экологическими требованиями. Современные электротехнические технологии позволяют реализовать концепцию самолета с электроприводом винта, при этом источником питания для электродвигателей могут быть литий-ионная батарея, электрохимический генератор или электромеханический генератор приводимый во вращение от газовой турбины [1,5]. Если электрохимический генератор реализован на водород-кислородных топливных элементах или газовая турбина использует водородное горючее, целесообразно использовать водород в жидком агрегатном состоянии, что открывает возможности применения высокотемпературных сверхпроводниковых (ВТСП) технологий.

В работе приводятся аналитические соотношения, связывающие основные параметры коллекторной электрической машины с ВТСП-обмоткой возбуждения, охлаждаемой жидким водородом.

Проектирование коллекторного ВТСП электродвигателя (ЭД) постоянного тока включает выбор главных размеров, комплекс расчетов, в который входят электромагнитный, тепловой, механический, вентиляционный и экономический расчеты; разработку конструкции общего вида машины и ее основных узлов. При углубленной разработке проектируется ряд вариантов ВТСП ЭД, компьютерные расчеты проводятся на основе методов оптимизации. Специфика проектирования ВТСП ЭД определяется конструктивными особенностями: наличием криостатированной ВТСП-обмотки индуктора с криогенным охлаждением, которая размещается на статоре; выполнением машины без ферромагнитопровода якоря, влиянием сильных магнитных полей возбуждения, необходимостью их экранирования и т.д. [2,3,4].

Силовые магнитные поля от ВТСП-обмотки возбуждения исключают необходимость в магнитопроводе, что существенно снижает массу за счет отсутствия стали, необходимость в дополнительных полюсах и упрощает коммутацию.

Список литературы

1. Грузков С.А., Румянцев М.Ю. Полная электрификация самолетов как один из важнейших путей решения экологиче¬ских проблем и повышения эксплуатационной экономической и топливно-энергетической эффективности воздушного транспорта // Известия Академии электротехнических наук РФ. 2016. Вып. 18. С. 35—60.

2. Haran K.S., Kalsi S., Arndt T., Karmaker H., Badcock B., Buckley B., Haugan T., Izumi M., Loder D., Bray 3. W., Masson Ph. E., Stautner W. High Power Density Superconducting Machines – Development Status and Technology Roadmap. 2017, Supercond. Sci. Technol. 30 (2017) 123002 (41pp): http:/ doi.ora/10.1088/1361-6668/aa833e.

3. Проектирование электрических машин / Под ред. И.П. Копылова. М.: Энергия, 1980, 495 с.

4. Сверхпроводниковые электрические машины и магнитные системы / Под ред. Алиевского Б.Л. М.: Изд-во МАИ, 1993. 340 с.

5. Arndt T. High Temperature Superconductors (HTS) as Enabling Technology for Sustainable Mobility and Energy Efficiency // IEEE CSC & ESAS Superconductivity News Forum (global edition), Plenary presentation 2PL1A-01 given at ASC 2018, October 28-November 02, 2018, Seattle, (USA).

Первичные источники сигналов систем автоматического управления летательного аппарата

Зайнуллин А.А., Чувиляев О.В.
Научный руководитель — доцент, Шакирзянова Н.Ш.
КНИТУ-КАИ, Казань
ArtemZajnulin@mail.ru

Современную авиацию нельзя себе представить без систем автоматического управления. Любое отклонение от нормальной работы системы фиксируется и устраняется за десятки, а то и доли секунды. Все это невозможно без первичных источников сигналов, которыми являются различные электрические и механические устройства. Основные из них – потенциометрические, индуктивные, индукционные, емкостные датчики, а также термометры сопротивления и тахогенератор переменного тока.

Потенциометрические датчики представляют собой изоляционный каркас с намотанным на него высокоомным проводом. Сигнал с датчика снимается с помощью скользящего контакта (щетки).

По выходным характеристикам потенциометрические датчики делятся на линейные, выходной сигнал которых пропорционален перемещению щетки, и функциональные, выходной сигнал которых является нелинейной функцией перемещения щетки. Как линейные, так и функциональные потенциометрические датчики могут иметь поступательное или угловое (вращательное) движение щетки.

Требуемую функциональную зависимость потенциометрического датчика можно получить профилированием каркаса или шунтированием участков потенциометра резисторами различных потенциалов.

В зависимости от полярности снимаемого сигнала потенциометрический датчик может быть однополярным или двухполярным.

Основным недостатком потенциометрических датчиков является наличие скользящего контакта. Кроме того, они имеют ограниченную разрешающую способность и незначительный коэффициент усиления [1].

Индуктивный датчик представляет собой катушку индуктивности с переменным воздушным зазором, величина которого зависит от перемещения одной из подвижных деталей катушки, чаще якоря. Изменение воздушного зазора приводит к изменению индуктивности или взаимоиндуктивности обмоток датчика. При этом меняется величина тока в обмотке датчика и, соответственно, падение напряжения на нагрузке, включенной в цепь этой обмотки. Таким образом, индуктивный датчик преобразует механическое перемещение якоря в электрический сигнал – напряжение на нагрузке. Индуктивный датчик является датчиком параметрического типа, для которого входная величина – перемещение якоря, выходная – ток или напряжение на нагрузке. Так как переменным параметром в индуктивном датчике является реактивное (индуктивное) сопротивление, то питание датчика должно осуществляться только переменным током.

Обычно величина воздушного зазора составляет доли миллиметра и датчик имеет линейную выходную характеристику.

Одинаково в области больших и малых зазоров линейность идеальной характеристики датчика нарушается. Это обусловлено тем, что при малых зазорах магнитное сопротивление магнитопровода ограничивается свойствами материала сердечников, а при больших зазорах индуктивное сопротивление обмотки уменьшается и становится соизмеримым с ее активным сопротивлением.

Недостаток простейшего индуктивного датчика – сравнительно большая сила притяжения якоря к магнитопроводу. Кроме того, при изменении воздушного зазора меняется угол сдвига фазы между напряжением и током в цепи датчика.

Работа индуктивных датчиков, основана на изменении собственной индуктивности одной или двух катушек датчика. В то же время существуют датчики, работа которых основана на изменении взаимной индуктивности двух или нескольких катушек. Такие датчики принято называть индукционными.

Работа терморезисторов основана на свойстве проводников менять свое электрическое сопротивление при изменении температуры.

Область применения: датчики температуры заторможенного потока наружного воздуха, температуры масла в маслосистемах ГТД.

Тахогенератор переменного тока относится к датчикам генераторного типа.

При неподвижном роторе пульсирующий магнитный поток возбуждения наводит в роторе (как и во вторичной обмотке трансформатора) ЭДС, под действием которой течет ток. В генераторной обмотке, расположенной под углом 90^0 к обмотке возбуждения, ЭДС не наводится.

При вращении ротора в его обмотке наводится ЭДС вращения, которая обусловит протекание тока. Этот ток создает свой магнитный поток, который совпадает с осью генераторной обмотки. Поскольку поток возбуждения пульсирует с частотой 400 Гц, то с этой же частотой меняются величины тока и потока вращения, а это значит, что ЭДС, наводимая в генераторной обмотке, будет иметь частоту 400 Гц и амплитуду, пропорциональную частоте вращения ротора тахогенератора.

Отсутствие щеток и коллектора в тахогенераторах переменного тока делает их надежными в работе.

Область применения: датчики оборотов двигателей, следящие системы (в контурах обратной связи) [2].

Список литературы

1. Петухов Б.Н. Электроснабжение летательных аппаратов. Л.: ЛКВВИА имени А.Ф. Можайского, 1960. 554с.

2. Ситников В.Ф. Силовая электроника в системах электроснабжения переменного тока // Электричество. – 2008. №2.

Канал генерирования мощностью 500 кВА для электрического самолета

Здорова М.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванов Н.С.

МАИ, Москва

marina.zdorova310@yandex.ru

Концепция полностью электрического самолета подразумевает минимальное использование гидравлических и пневматических систем и увеличение потребления электрической энергии, в связи с чем растет мощность систем генерирования. Однако сегодня мощность бортовых синхронных

генераторов не превышает 250 кВА. По оценкам экспертов мощность канала генерирования полностью электрифицированного самолета должна составлять не менее 500 кВА.

В работе приведены результаты оценочного расчета синхронного генератора с возбуждением от постоянных магнитов мощностью 500 кВА с частотой вращения 24000 об/мин. Показано, что при заданных значениях частоты и мощности машина может быть использована в качестве основного генератора. На основе расчета построена модель генератора и проведен конечно-элементный анализ магнитных и тепловых полей. Также построена модель генератора с электромагнитным возбуждением. Разработанная модель учитывает реальную геометрию машины, параметры обмоток, а также позволяет проводить параметрический анализ. В результате установлено, при каких параметрах обмотки возбуждения (плотность тока, число витков, размеры провода) возможно превзойти удельные параметры машины с постоянными магнитами. Получены зависимости выходной мощности от параметров обмотки возбуждения, частоты вращения машины, частоты выходного напряжения и других параметров. Полученные зависимости позволяют оценить возможность создания электрических машин различной мощности для использования в качестве основных генераторов летательных аппаратов.

Разработка системы слежения за Солнцем для фотоэлектрических энергетических установок

Иванов А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гротова О.Н.
МАИ, Химки
alexeyivanov.2019@mail.ru

В настоящее время множество стран все больше интересуются альтернативной энергетикой. Это объясняется дороговизной добычи ресурсов для выработки невозобновляемой энергии, а также уровнем загрязнений, которые в ходе их использования появляются.

К положительным эффектам солнечной энергетики можно отнести следующие: экологическая чистота при эксплуатации, минимальные эксплуатационные затраты, возможность возобновления ресурсов для пользования. Однако есть отрицательные стороны, например невысокий КПД относительно энергетических систем с невозобновляемыми ресурсами. Фотоэлектрические энергетические установки (ФЭУ) бывают стационарных и ориентированных типов. У стационарных значение КПД малое. КПД ФЭУ имеет максимальное значение при попадании солнечных лучей под прямым углом. Однако, так как Солнце непрерывно перемещается по небосводу и из-за этого меняется угол падения солнечных лучей, энергоэффективность системы уменьшается.

Одним из способов повышения КПД фотоэлектрических энергетических установок является создание системы слежения за Солнцем, которая потребляла бы мало энергии для ориентации и при этом обеспечивала бы максимальную точность.

Рассматриваемая в этой работе система ориентации к Солнцу имеет высокую точность, а также может дистанционно управляться пользователем. В качестве поворотных механизмов выступают сервоприводы, которые обеспечивают ориентацию системы по азимуту и углу возвышения системы по отношению к Солнцу. Поворот осуществляется при поступлении из контроллера управляющего импульса, осуществляется широтно-импульсная модуляция.

В систему управления входят: 16-разрядный контроллер, датчики угла поворота, фотоэлектрический датчик слежения за Солнцем, имеется возможность подключить GPS-модуль.

Аналоговый сигнал, поступающий с фотоэлектрического датчика, идет на вход контроллера. Контроллер, благодаря заложенным алгоритмам, производит расчет необходимого угла поворота, также информация может добавляться пользователем или установленным GPS-модулем. После обработки информации из вывода контроллера идет регулирующий сигнал на поворотные механизмы, параллельно снимаются корректирующие данные с датчиков угла поворота. Корректирующие сигналы идут на вход контроллера для минимизации погрешности точности.

В целом такая система повышает эффективность выработки электроэнергии ФЭУ не менее чем на 30%. Таким образом, фотоэлектрическая энергетическая установка имеет широкий спектр применения.

Исследование фундаментальной зависимости удельной мощности электрических машин от критических параметров сверхпроводников

Кадеров В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванов Н.С.
МАИ, Москва
Strelok690@yandex.ru

Сверхпроводящие материалы используются для создания сверхсильных магнитных полей в лабораторных установках, а также в составе двигателей и генераторов, обладающих улучшенными массогабаритными показателями и высокой эффективностью.

Главной задачей настоящей работы является исследование зависимости удельной мощности электрических машин от критических параметров сверхпроводников. Разработана методика расчета магнитной цепи, основанная на законе полного тока. Контур, по которому замыкается магнитный поток, разбит на 11 участков, для которых определены магнитные сопротивления. При этом учитывалось насыщение ферромагнитных участков. Разработанная методика позволяет учитывать геометрические размеры активной зоны, параметры сверхпроводникового провода, тип системы охлаждения и другие характеристики. В результате получены аналитические соотношения для ЭДС холостого хода, главного индуктивного сопротивления, выходной мощности и других параметров машины. Полученные соотношения позволяют выполнять оптимизационные расчеты с целью увеличения удельной (кВт/кг) и объемной (кВт/л) мощности машины и её КПД. Программа оптимизации выполнена в среде Matlab. Варьируемыми геометрическими параметрами стали размеры катушки обмотки возбуждения, число пар полюсов, размеры обмотки якоря, активная длина машины и диаметр расточки статора. Важно отметить, что разработанная методика позволяет проводить расчеты полностью сверхпроводниковых машин с различной конфигурацией магнитной цепи. Апробация полученных результатов выполнена с помощью конечно-элементного моделирования. Также результаты будут сопоставлены с результатами испытаний полностью ВТСП–машины, разработка которой ведется на кафедре 310 в МАИ.

Стабилизация напряжения переменного тока электромашинных преобразователей

Каримов А.Р., Петров А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
artur.karim@yandex.ru

Колебания напряжения электрической сети выше допустимых норм приводят к отрицательным последствиям как для электронного, так и для электротехнического оборудования. Электромашинные преобразователи нашли широкое применение во многих областях промышленности, в том числе в авиации. Качество выходного переменного напряжения во многом влияет на надежность и устойчивость всех систем электроснабжения.

Для поддержания напряжения переменного тока в необходимых пределах преобразователи снабжаются системами автоматического регулирования напряжения (РН). Применяются замкнутые системы РН:

• системы регулирования по отклонению регулируемого параметра;

• комбинированные: регулирование по отклонению регулируемого параметра плюс компенсация возмущающих воздействий (ток нагрузки генератора и напряжение питания двигателя).

Принцип построения не отличается от РН генераторов (измеритель, усилитель, исполнительный орган, корректирующие устройства).

Отличие: в качестве источников эталонного напряжения часто используется электромагнитный стабилизатор напряжения, включаемый в мостовую схему (в дополнение к известному нам стабилитрону).

В электромагнитных стабилизаторах напряжения используется нелинейность кривой намагничивания стали. Конструктивно они подобны обычным трансформаторам напряжения. Отличие заключается в том, что первичная обмотка w_1 располагается на стержне с большим поперечным сечением, не насыщающимся при работе стабилизатора, а вторичная обмотка – на стержне меньшего поперечного сечения, работающего в режиме насыщения стали.

По кривым намагничивания можно определить, что при отклонении входного напряжения на величину $\Delta U_{вх}$ получается значительно меньшее изменение вторичного напряжения ΔU_2.

Для увеличения эффекта стабилизации напряжения вводится компенсационная обмотка wк, расположенная на ненасыщающейся части сердечника. Она соединяется последовательно со вторичной обмоткой w_2, причем относительно небольшое ее напряжение $U_к$ направлено встречно выходному напряжению.

Число витков компенсационной обмотки выбирается так, чтобы наклон характеристики $U_к=f(U_{вх})$ соответствовал наклону кривой напряжения U_2 на участке насыщения. Разность U_2-$U_к$ в значительном диапазоне изменения $U_{вх}$ остается постоянной.

Эталонные напряжения, выдаваемые эталонными источниками, алгебраически суммируются с напряжением генератора преобразователя либо на усилительном органе, либо на специальных схемах сравнения. В качестве схем сравнения применяются мостовые резисторные схемы, аналогичные схемам, используемым в регуляторах напряжения генераторов (РНА и РНУ).

Наиболее распространенными усилительными элементами в системах стабилизации напряжения, а также и частоты электромашинных преобразователей являются магнитные усилители с внутренней положительной обратной связью. Во многих случаях в состав усилительно-преобразовательного элемента входит угольный регулятор напряжения (УРН).

Исполнительным элементом систем стабилизации напряжения преобразователей является обмотка возбуждения генератора (ОВГ). Генераторы с постоянными магнитами имеют управляющую обмотку генератора (УОГ), которая подключается на выход усилительно-преобразовательного элемента и служит исполнительным органом системы стабилизации напряжения.

Для обеспечения необходимой устойчивости и точности регулирования вводятся дополнительные элементы – корректирующие устройства. Наиболее распространенным видом корректирующих устройств, применяемых в системах стабилизации частоты и напряжения электромашинных преобразователей, являются корректирующие обмотки, гибкие и жесткие отрицательные обратные связи. Для обратных связей применяют трансформаторы стабилизации, обмотки стабилизации, включаемые через конденсаторы, и ряд других устройств.

Список литературы

1. Петухов Б.Н. Электроснабжение летательных аппаратов. Л.: ЛКВВИА имени А.Ф. Можайского, 1960. 554 с.

2. Ситников В.Ф. Силовая электроника в системах электроснабжения переменного тока // Электричество. 2008. №2.

Преимущества конденсаторного противовключения асинхронного двигателя

Каримов Д.Р.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
karimov.dinar99@yandex.ru

При работе асинхронных двигателей большинства механизмов чаще всего используемым режимом работы является работа с постоянными пусками и торможением и режим реверса двигателя. Из этого следует необходимость анализа переходных процессов при работе асинхронного двигателя [1].

Для исследования переходных процессов необходимо записать дифференциальные уравнения в фазовой заторможенной системе координат. Это позволяет учесть электромагнитную несимметричность самого двигателя. Более того, применяя дифференциальные уравнения, можно учесть наличие других элементов, включенных в электрическую цепь статорной обмотки.

При торможении АД с короткозамкнутым ротором можно применить метод переключения любых двух фаз. Данный способ характеризуется большими токами, протекающими в роторе и в сети, и маленьким моментом на валу двигателя. Поэтому эффективным является конденсаторно-симисторная коммутация путем закрытия симистора VS. Конденсатор С включается параллельно к фазам любым двум фазам.

При работе АД с открытым симистором к фазе С подводится полное напряжение, следовательно, двигатель работает в симметричном режиме. При запирании симистора VS двигатель начинает работу в конденсаторном режиме, при этом последовательность чередования фаз меняется на обратную, что приводит к возникновению тормозного момента. При работе двигателя в этом режиме после полной остановки произойдет реверс. Дифференциальные уравнения работы двигателя в конденсаторном режиме необходимо дополнить уравнением напряжения на конденсаторе.

При анализе воздействия фазосдвигающего конденсатора С на тормозящий момент на валу АД можно установить, что с увеличением электрической емкости конденсатора уменьшается время торможения двигателя, а при ее определенном значении исключается возможность реверса [2]. Это

происходит из-за несимметрии напряжения, питающего статорную обмотку, вследствие чего пусковой момент станет меньше момента сопротивления. При уменьшении нагрузки на двигатель можно использовать конденсатор меньшей емкости, однако это приведет к увеличению времени торможения за счет уменьшения тормозного момента нагрузки и момента противовключения [3].

Также важным выводом является то, что представленный выше метод торможения АД более практичный, поскольку, в отличие от торможения противовключением, при использовании этого метода не требуется датчик угловой скорости, так как исключается возможность реверса двигателя.

Список литературы

1. Усманходжаев Н.М. Торможение и реверсирование однофазных конденсаторных асинхронных двигателей противовключением // Изв. вузов. Электромеханика. 1988. № 11. С. 39-45.

2. Дмитриев В.Н. Электромеханические устройства ввода-вывода информации специализированных вычислительных комплексов / В. Н. Дмитриев, А. Л. Кислицын Ульяновск: УлГТУ, 2003. - 120 с.

3. Петров Л. П. Управление пуском и торможением асинхронного двигателя. М.: Энергоиздат, 1981. - 184 с.

Моделирование и расчет бесконтактной системы питания высокотемпературных сверхпроводниковых катушек

Колесов К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дежин Д.С.
МАИ, Москва
Kolesovkirill95@yandex.ru

Для осуществления передачи тока к сверхпроводниковой (СП) обмотке возбуждения на роторе был предложен метод бесконтактного питания. Он заключается в использовании вращающегося трансформатора и выпрямителя. На первичную обмотку трансформатора, находящуюся на статоре, подается переменный ток. К вторичной обмотке через полупроводниковый выпрямитель подключаются СП-катушки обмотки возбуждения. Все элементы расположены на роторе электрической машины (ЭМ) и способны выполнять свои функции в криогенной среде (жидкий азот). Регулирование тока в СП-обмотке происходит посредством изменения тока в первичной обмотке вращающегося трансформатора. При такой схеме питания нет необходимости размещать щёточный узел вне криогенной зоны СП ЭМ. Поэтому пропадают присущие ему отрицательные факторы, негативно влияющие на работу СП-электрической машины.

На предыдущем этапе работы проводились экспериментальные исследования полупроводниковых диодов в среде жидкого азота. Была выбран диод с необходимыми характеристиками. Результаты показали, что вольт-амперные характеристики диода, измеренные при комнатной температуре и при его охлаждении, достаточно сильно различаются. Полученные экспериментальные данные использовались при моделировании электрической схемы бесконтактной системы питания.

Моделирование производилось в программе MATLAB Simulink, что позволило изучить динамику протекания процессов и подобрать необходимые компоненты электрической схемы. Исследование процессов во вращающемся трансформаторе производилось в программе COMSOL Multiphysics. Произведен проверочный расчет магнитных полей, рассчитаны основные параметры трансформатора, и оптимизирована его конструкция.

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований полупроводникового диода и приведены результаты моделирования электрической схемы и вращающегося трансформатора.

Список литературы

1. Dezhin D, Ilyasov R, Kovalev K etc. Synchronous motor with HTS-2G wires. Journal of Physics: Conference Series. 2014. Т. 507. № PART 3. С. 032011.

2. Колесов К.А., Дежин Д.С. Бесконтактная система питания сверхпроводниковых катушек постоянного тока. 16-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2017». 20–24 ноября 2017 года. Москва. Тезисы. – Типография «Люксор», 2017. С. 163.

Исследование многоуровневого выходного напряжения однофазного инвертора в режиме широтно-импульсного регулирования

Комаров И.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крючков В.В.
МАИ, Москва
Igrikkomar@yandex.ru

В настоящее время инвертор напряжения (преобразователь постоянного напряжения в переменное напряжение заданного качества [1]) является неотъемлемой частью практически любой системы электроснабжения.

Особенно остро проблема применения инверторов стоит применительно системам альтернативной энергетики на основе солнечных панелей, ветроэнергетических установок, топливных элементов, приливных электростанций. Все эти системы генерируют первично постоянное напряжение, что неприемлемо для питания многих потребителей электроэнергии, в первую очередь электродвигателей переменного тока.

Большинству потребителей требуется переменное напряжение высокого качества, то есть с низким коэффициентом гармоник (не более 5%). Решение этой задачи невозможно без применения на выходе инвертора индуктивно-емкостного фильтра, параметры которого существенно зависят от спектрального состава напряжения на его входе.

Цель работы – исследование режимов формирования многоуровневых напряжений с улучшенным спектральным составом.

В работе рассмотрен способ синтеза многоуровневых напряжений с регулированием длительностей импульсов всех уровней, т.е. формирование многоуровневых напряжений в режиме широтно-импульсного регулирования (ШИР).

Для исключения низших из высших гармоник импульсного напряжения разработан алгоритм определения начал уровней напряжения на основе метода роя частиц (PSO) [2].

Список литературы

1. Анисимова Т.В. Методы формирования импульсных напряжений на входе фильтров инверторов систем электрооборудования летательных аппаратов: Диссертация канд. Техн. Наук. М., 2013.

2. Baharuddin Ismail, Syed Idris Syed Hassan, Rizalafande Che Ismail, Abdul Rashid Haron, Azralmukmin Azmi. Selective Harmonic Elimination of Five-level Cascaded Inverter Using Particle Swarm Optimization. International Journal of Engineering and Technology (IJET). Vol 5 No 6.

Новая конструктивная схема ротора основного каскада для авиационного синхронного генератора

Коренчук К.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зечихин Б.С.
МАИ, Москва
kirill.korenchuk@bk.ru

Одним из важнейших направлений в усовершенствовании авиационных систем электроснабжения является повышение мощности первичных источников тока на основе высокооборотного синхронного генератора, устанавливаемого на маршевые двигатели. Такая электрическая машина выполняется трехкаскадной бесконтактной с электромагнитным возбуждением [1].

По состоянию на 2019 год максимальный достигнутый мировой уровень единичной мощности авиационного синхронного генератора 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.

Целью работы является развитие теории и методов проектирования авиационных генераторов предельной мощности повышенной прочности за счет использования конструктивных схем роторов нового типа с совмещенными массивными и шихтованными зонами с неявно- и явновыраженными полюсами в авиационных системах электроснабжения переменного и постоянного тока [2].

В перечень основных задач входят: исследование электромагнитных, прочностных и тепловых процессов активных зон роторов генераторов, сопоставительный анализ их конструктивных исполнений [3], обоснование целесообразности использования градиентных материалов [4].

Предполагается решать перечисленные задачи с помощью традиционных методов исследования, а также с использованием программ конечно-элементного анализа электромагнитных, прочностных и тепловых процессов.

Новизну исследований составляют: разработка конструктивной схемы нового типа для авиационных синхронных генераторов, обоснование использования генераторов с совмещенными массивными и шихтованными зонами с неявно- и явновыраженными полюсами, позволяющих повысить предельную мощность авиационного синхронного генератора.

Ожидаемые результаты: разработка методики расчета и рекомендаций по проектированию авиационных синхронных генераторов повышенной мощности.

Список литературы

1. Бут, Д. А. Бесконтактные электрические машины. – М.: Высшая школа, 1990. – 415 с.

2. Зонтов, В.М. Системы электроснабжения летательных аппаратов / В.М. Зонтов, Б.В. Куприн. – М.: Издательство ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1988. – 395 с.

3. Коренчук К.Ю., Архипова Е.В., Мисютин Р.Ю. Перспективный синхронный генератор для военно-транспортной авиации// Молодёжь и будущее авиации и космонавтики: Сборник аннотаций конкурсных работ. М.: МАИ, 2018. С. 126-127.

4. 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.].

Сравнение характеристик электродвигателей постоянного тока различных типов возбуждения

Крепышева Э.И., Молостов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.воен.н. Новосельский В.Г.
КНИТУ-КАИ, Казань
elmira.krepysheva@mail.ru

Устройство авиационных электродвигателей постоянного тока аналогично устройству электрических машин общего назначения. В электроприводах ЛА применяются все типы электродвигателей постоянного тока: независимого возбуждения, параллельного возбуждения, последовательного возбуждения, смешанного возбуждения.

Основной характеристикой электродвигателей является механическая характеристика, представляющая собой зависимость частоты вращения якоря электродвигателя n от электродвигательного момента Мдв.

Электродвигатели параллельного и независимого возбуждения имеют «жесткую» характеристику: небольшое уменьшение скорости вращения с увеличением момента. При введении в цепь якоря добавочного сопротивления «жесткость» характеристики уменьшается [1].

При учете реакции якоря получим эксплуатационную характеристику, которая не будет прямой. Эта характеристика проходит немного выше естественной и при больших значениях момента круто загибается вниз. Точка пересечения механической характеристики с осью моментов (n=0) характеризует пусковой момент электродвигателя.

Механическая характеристика электродвигателя последовательного возбуждения представляет собой гиперболу, асимптотически приближающуюся к оси ординат. Такая характеристика называется «мягкой».

Резкое увеличение скорости вращения при малых моментах объясняется тем, что магнитный поток при этом становится незначительным и двигатель должен развивать большую скорость вращения, чтобы обеспечить необходимую величину противо-ЭДС для уравновешивания приложенного напряжения. С учетом механических потерь скорость холостого хода авиационных электродвигателей последовательного возбуждения превышает в 3-4 раза номинальное значение. Для двигателей небольшой мощности до 100 Вт это не опасно. В электродвигателях большей мощности трехкратное повышение скорости по сравнению с номинальной вызывает большие механические напряжения якоря.

Электродвигатели последовательного возбуждения развивают большой момент при пуске, в несколько раз превышающий номинальный, так как ток и магнитный поток при пуске достигают максимальных величин. Пусковой ток таких двигателей при одинаковой мощности больше, чем у электродвигателей параллельного и независимого возбуждения. Так как у последних магнитный

момент при пуске меньше номинальной величины из-за размагничивающего влияния реакции якоря, электродвигатель последовательного возбуждения в переходном режиме потребляет из сети меньший ток.

Электродвигатели смешанного возбуждения по своим свойствам занимают промежуточное положение между электродвигателями последовательного и параллельного возбуждения [1,2].

Из сравнения приведенных выше характеристик электродвигателей постоянного тока можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшим пусковым моментом обладает электродвигатель с последовательным возбуждением, а наименьшим — электродвигатель с параллельным возбуждением.

2. При изменении момента на валу электродвигателя колебания тока будут наименьшими у электродвигателей с последовательным возбуждением, а наибольшие — у двигателей с параллельным возбуждением.

3. Пусковой момент электродвигателей с параллельным возбуждением пропорционален квадрату напряжения, а пусковой момент электродвигателей с последовательным возбуждением при насыщенной системе пропорционален первой степени напряжения.

4. Изменение направления вращения проще осуществить в электродвигателях с последовательным возбуждением.

5. Изменение момента на валу электродвигателя с последовательным возбуждением вызывает большее изменение скорости вращения, чем у других типов двигателей. При холостом ходе этот двигатель может «пойти вразнос».

Эти выводы дают возможность рекомендовать тот или иной тип двигателя для различных исполнительных механизмов.

Электродвигатели с параллельным возбуждением применяются в тех случаях, когда требуется, чтобы скорость вращения исполнительного механизма с изменением момента оставалась практически постоянной, когда нет резких колебаний момента на валу, когда требуется небольшой пусковой момент и не требуется реверсирование.

Двигатели с независимым возбуждением получили применение в регулируемых приводах и следящих системах.

Электродвигатели последовательного возбуждения находят на летательных аппаратах наибольшее применение. Они применяются в тех случаях, когда требуется большой пусковой момент, когда моменты сопротивления исполнительных механизмов резко меняются в процессе работы, когда можно допустить большие колебания скорости вращения и когда необходимо реверсирование.

Электродвигатели смешанного возбуждения применяются на летательных аппаратах в том случае, когда требуется большой пусковой момент, возможны резкие изменения нагрузки и в то же время необходимо ограничить скорость вращения при холостом ходе.

Список литературы

1. Афанасьев А.Ю. Основы автоматизированного электропривода. Казань: Издательство КГТУ им. А.Н.Туполева, 2005. – 122 с.

2. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. М.: МЭИ, 2001.

Перспективы использования солнечной энергетики

Латипов А.А., Морозов Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
latipov.aidar@mail.ru

В настоящее время основными используемыми источниками, обладающими большими запасами энергии являются природные ископаемые (нефть, газ, уголь). Но, к сожалению, эти запасы не являются бесконечными и их количество с каждым годом только уменьшается. Это заставляет задуматься о поиске новых источников для энергетики будущего, примером которых является солнечная энергетика. Кроме того, важнейшей проблемой является загрязнение окружающей среды различными вредными веществами, что вынуждает создавать и активно использовать экологически чистые источники энергии. Энергия солнца является одним из доступных и, главное, возобновляемых источников на Земле. Для получения солнечной энергии достаточно соорудить солнечные батареи, при этом не нужно бурить скважины для добычи нефти и газа, а также заниматься разработкой шахт для поиска каменного угля.

Рассмотрим важнейшие преимущества и недостатки солнечной энергетики. К достоинствам можно отнести: надежность и безопасность таких установок, большой срок службы солнечных

панелей без потери характеристик (не менее 20 лет), возможность установки в любых труднодоступных для других видов энергии местах, отсутствие шума и выброса вредных веществ в окружающую среду. Имеются и свои недостатки: зависимость от погодных условий, времени суток, поскольку солнечные батареи зависят от количества солнечного света. Полученную от солнечного света энергию необходимо преобразовывать и накапливать в специальных аккумуляторных батареях, что привносит свои неудобства при создании и установке солнечных электростанций. Более того, мощная солнечная электростанция нуждается в большой площади, что делает солнечные установки пригодными лишь для больших открытых участков. В местностях с повышенным количеством осадков (дождь, снег) необходимо очищать поверхность солнечных панелей от грязи, пыли и т.п. для лучшего проникновения солнечного света и повышения чувствительности фотоэлементов.

Перспективы использования солнечной энергетики достаточно велики. Причем солнечные установки выгодно применять не только для крупных объектов инфраструктуры, но и для небольших бытовых нужд, но пока стоимость соответствующего оборудования находится на высоком уровне. Однако, несмотря на все недостатки, ожидается, что данный вид энергетики станет наиболее распространенным и эффективным, поскольку затраты на его получение по сравнению с другими источниками энергии минимальны.

Разработка системы автономного энергоснабжения с использованием фотоэлектрических преобразователей

Латыпов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гротова О.Н.
МАИ, Москва
tapor27.1994@mail.ru

Альтернативная электроэнергетика является оптимальным решением для ряда применений, например для электрификации в труднодоступных местностях, на некоторых видах транспорта и др.

Объект исследования в данной работе – анализ и расчет автономной энергосистемы на солнечных батареях, предназначенной для эксплуатации в труднодоступных районах, например в горной местности. Специфика применения такой электростанции накладывает ряд требований: минимальный вес и габариты, возможность работы в широком диапазоне температур. Эти требования схожи с требованиями к мобильным установкам.

Оценка оптимальности построения структурных схем рассматриваемых энергосистем показывает, что наиболее слабым звеном является инвертор. Применение низкочастотных трансформаторов в большинстве инверторов, предлагаемых на рынке, является причиной большой массы (100 и более кг) и габаритных размеров устройства при мощности 10 и более кВ. Использование известных бестрансформаторных инверторов приводит к необходимости решения сложной задачи построения преобразователей типа DC/DC мощностью 10 и более кВт. Коэффициент трансформации в этом случае должен быть более 100. В настоящей работе предлагается техническое решение, позволяющее построить устройство с малыми габаритами и массой, имеющее высокую надежность.

Расчет электростанции начинается с получения данных об интенсивности суммарного солнечного излучения с учетом климатических и территориальных условий местности. Затем на основании характеристик радиационного излучения, характеристик солнечных панелей, нагрузок электрической энергии определяется структурная схема электростанции, позволяющая реализовать заданные параметры. При недостаточном освещении мощность фотоэлементов уменьшается, что приводит к нарушению процесса зарядки аккумуляторов.

В работе используется зарядное устройство, обеспечивающее бесперебойную зарядку аккумуляторов при любой погоде. Панель отдает электрическую энергию электроприемнику, т.е. аккумуляторные батареи постоянно работают в режиме заряда/разряда.

Расчет и выбор конкретных компонентов энергосистемы проводится на основании учета их свойств. При выборе инвертора учитываются номинальная и пиковая мощности потребления, величина выходного напряжения, возможность масштабирования и ряд других параметров. Одними из современных инверторов являются бестрансформаторные инверторы, имеющие небольшую массу. Выбор модели и количества аккумуляторных батарей проводится на основе суммарной требуемой емкости, напряжения, допустимой глубины разряда, удельной энергоемкости кВт*ч/кг и диапазона рабочих температур,

При выборе солнечных панелей принимаются во внимание такие характеристики, как материал, размер, мощности, напряжение при пиковой мощности и номинальное, ток при максимальной мощности, диапазон рабочих температур и срок эксплуатации. Выбор контроллеров проводится в

зависимости от значения входного напряжения, величины суммарной мощности рекомендуемой циклограммы процедуры заряда.

Разработанная методика проектирования энергетических установок на базе фотоэлектрических панелей позволяет проводить исследование различных составов солнечных энергетических установок, оценивать их эффективность и выбирать подходящий вариант для последующей реализации.

Исследование двухсторонней передачи энергии в DC-DC-преобразователях

Любимов Ю.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.
МАИ, Москва
yuralub99@yandex.ru

В настоящее время в России и за рубежом набирает популярность идея о полностью электрическом самолете, которая предполагает полную замену гидро- и пневмо вспомогательных энергетических систем на электрическую. Такие системы позволяют отказаться от использования приводов постоянной частоты вращения. Суммарная мощность таких систем электроснабжения может достигать значительных величин. А все компоненты должны соответствовать международным стандартам и проходить сертификацию, в том числе и у иностранных авиационных комиссий. Из-за этого появляется необходимость в создание научно-технического задела в области разработки и внедрения моделирования бортового оборудования и общесамолетных систем на основе унифицированных технологических стандартов и интерфейсов. Моделирование имеет целью уменьшение сроков и стоимости проектирования, испытания, производства и сертификации бортового оборудования и общесамолетных систем.

В работе рассмотрена и проанализирована схема и модель обратимого DC-DC-преобразователя, предназначенного для преобразования постоянного напряжения из 27В в 270В и обратно. Преобразователь удовлетворяет требованиям авиационного стандарта ГОСТ Р 54073-2107 по качеству электроэнергии в магистральном канале самолета. Приведенная схема преобразователя составлена с учетом потребления минимальной энергии и позволяет реализовать его в виде устройства. По результатам моделирования реализация возможна с минимальными массогабаритными параметрами. Данный преобразователь является двунаправленным, так как позволяет осуществлять преобразования и в обратную сторону. Преобразователь является составной частью многофункционального импульсного преобразователя в системе энергоснабжения как полностью электрического самолета, так и самолета с повышенным уровнем электрификации оборудования.

Повышение точности и устойчивости работы системы «генератор–угольный регулятор» с помощью дополнительной стабилизирующей обмотки

Матхаликов А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
al_aza47@mail.ru

Использование дополнительной стабилизирующей обмотки является своего рода усовершенствованием метода использования стабилизирующего трансформатора в данной системе. У стабилизирующего трансформатора имеется 2 обмотки: первичная и вторичная (W1 и W2 соответственно). Дополнительная стабилизирующая обмотка W3 подключается непосредственно к трансформатору. Таким образом, все обмотки имеют общий сердечник.

Стабилизирующий трансформатор с дополнительной первичной обмоткой работает аналогично двухобмоточному трансформатору с той лишь разницей, что в переходных процессах при изменении тока в дополнительной обмотке W3 во вторичной обмотке W2 наводится дополнительная ЭДС e21, способствующая более быстрому затуханию колебаний напряжения. При сбросе нагрузки во вторичной обмотке трансформатора возникает ЭДС e21. Одновременно вступает в работу основная первичная обмотка W1 и создает во вторичной обмотке ЭДС e2, совпадающую по знаку с ЭДС e21, так как при сбросе нагрузки увеличивается напряжение генератора, и регулятор, уменьшая напряжение, вызывает уменьшение тока в обмотке возбуждения генератора. Таким образом, наряду с основной обмоткой в результате уменьшения тока возбуждения будет работать дополнительная

обмотка (вследствие уменьшения тока нагрузки), исключая резкое возрастание тока в обмотке электромагнита за счет увеличения напряжения генератора.

Сам по себе метод использования стабилизирующего трансформатора обладает недостатком. Несмотря на то, что введение трансформатора повышает точность рассматриваемой системы, он увеличивает длительность переходного процесса из-за того, что действие трансформатора ослабляется по мере затухания переходного процесса.

Обмотка W3 вводит в систему регулирования дополнительную отрицательную обратную связь по производной от возмущения (тока нагрузки). Переходный процесс существенно улучшается. Но тем не менее дополнительная первичная обмотка не позволяет полностью устранить недостаток, присущий стабилизирующему трансформатору. Во избежание данного эффекта рекомендуется использовать одновременно гибкую и жесткую обратные связи, то есть вдобавок к трансформатору со стабилизирующей обмоткой еще и резистор. Стабилизирующий резистор дает возможность уменьшить время переходного процесса регулирования и тем самым устранить основной недостаток схемы со стабилизирующим трансформатором. С помощью стабилизирующего трансформатора можно ослабить действие стабилизирующего резистора, то есть увеличить его сопротивление и тем самым уменьшить вносимый дополнительный статизм в систему регулирования, другими словами, повысить точность регулирования.

Выпрямительный трансформатор с минимальным потоком рассеяния

Меднов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Рогинская Л.Э.
УГАТУ, Уфа
mednov@spartak.ru

Трансформаторы как преобразователи параметров электроэнергии нашли широкое применение во многих отраслях промышленности. Так, выпрямительные трансформаторы являются ключевыми источниками питания постоянным током в таких сферах народного хозяйства, как авиация, топливно-энергетический комплекс и электротехнология. В первом случае это источник вторичной системы электроснабжения, а во втором и третьем – первая ступень источника питания электротехнологических установок, включающих индукционный нагрев. Важно, что работа выпрямительных трансформаторов, каскадно соединенных с блоком выпрямителей, подразумевает несимметричную нагрузку, приводящую к искажению форм напряжения и тока. Также эти трансформаторы по своей конструкции подразумевают наличие нескольких вторичных обмоток, определяющих амплитуду и коэффициент пульсаций выходного выпрямленного напряжения. Обмотки, в свою очередь, наравне с магнитопроводом, являются одним из основных источников потерь, влияющих на эффективность работы всего устройства. Однако в литературе чаще внимание уделяют магнитным потерям, а также омическим потерям в обмоточном проводе [1-3]. В то же время ряд авторов отмечают недостаточное внимание к добавочным потерям, и к потерям, вызванным полями рассеяния, в частности.

В работе [4] авторами проведены экспериментальные исследования влияния расположения обмоток трансформатора на их индуктивности рассеяния, в результате которых установлено, что, изменив порядок чередования первичной и вторичной обмотки, можно добиться уменьшения массы и габаритов устройства. Такой подход не только снижает потоки рассеяния, но и в ряде случаев дает возможность уменьшить объем применяемых изоляционных материалов. Так, авторами был разработан выпрямительный трансформатор с минимальными потоками рассеяния. Его конструкция включает в себя первичную обмотку, намотанную на закрепленную на стержне магнитопровода изоляционную гильзу. При этом намотка осуществляется равномерно и концентрично по всей высоте стержня с учетом изоляционных расстояний. Изоляция между первичной и вторичными обмотками типовая, как для обычных концентрических обмоток. Вторичные обмотки выполняются исходя из равенства магнитодвижущих сил в каждой из них. В то же время размеры катушек вторичных обмоток, намотанных концентрично и расположенных на одном стержне в осевом направлении, должны различаться лишь по высоте в соотношении занимаемых ими объемов за вычетом объёма междукатушечной изоляции. Для обеспечения изоляции между вторичными катушками целесообразно использовать диск из диэлектрического материала, если его необходимость подтверждена расчетными соотношениями. Такой подход не только способствует снижению потерь от потоков рассеяния, но и не нарушает сложившейся картины форм кривых напряжений, токов и потоков в выпрямительном трансформаторе.

Таким образом, при проектировании современной преобразовательной техники, в основе которой планируется применять выпрямительные трансформаторы, следует учитывать и особенности геометрического расположения обмоток. Этот аспект играет немаловажную роль при разработке энергоэффективных выпрямительных трансформаторов, позволяя инженеру-проектировщику как снизить расход активных материалов (массу и габариты магнитопровода), так и уменьшить объём изоляционных материалов в конструкции, что особенно важно для изделий авиационной энергосистемы.

Список литературы

1. Гуков Д.В., Загуляев С.Д. Снижение магнитных потерь силового трансформатора с концентрическими обмотками под нагрузкой // Военный инженер. 2017. № 4 (6). С. 41-47.

2. Евдокимов В.А. Исследование возможности снижения потерь в силовых трансформаторах путём воздействия на процессы в магнитопроводе // Современные тенденции развития науки и образования: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Под общей редакцией А.И. Вострецова. 2017. С. 13-15. [Электронный ресурс]

3. Стулов А.В., Тихонов А.И., Трофимович И.А., Семенова К.В. Разработка моделей для расчета параметров трансформатора преобразователя частоты с фольговыми обмотками с учетом вытеснения тока // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2017. № 6. С. 25-32.

4. Гуков Д.В., Загуляев С.Д., Новиков С.А. Индуктивности рассеяния магнитного потока отдельных обмоток трансформатора // Завалишинские чтения 17. Сборник докладов. СПб, 2017. с. 140-143.

Качество электроэнергии и технологическое резервирование в стекловаренном производстве

Моденова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Стрельников Н.А.
НГТУ, Новосибирск
modenova.95@mail.ru

Технология стекловаренного производства характеризуется высокой энергоёмкостью и требованиями к качеству электроэнергии. В зависимости от используемого технологического оборудования и технических средств управления технологическим процессом уровень требований к качеству электроэнергии может быть различным. В любом случае качество электроэнергии должно соответствовать ГОСТ 32144-2013 [1]. Объектом и предметом данного анализа являются крупное предприятие по производству стеклотары и его компрессорное оборудование, обеспечивающее охлаждение стекловаренных печей и работу стеклоформующих машин. На этом предприятии варка стекломассы производится в трёх стекловаренных печах непрерывного действия. Охлаждение печей обдувающими потоками воздуха и подача сжатого воздуха в стеклоформующую машину линии разлива жидкого стекла гарантируются компрессорными установками. Используются турбокомпрессоры фирмы Samsung. Характерной особенностью этих компрессорных установок является отсутствие возможности самозапуска их приводного двигателя при появлении провалов напряжения. Возможность самозапуска блокируется внутренней технологической защитой компрессора. Наличие этой защиты связано с использованием повышающего редуктора в составе компрессорного агрегата, что исключает его повреждение.

Как известно, провал напряжения представляет собой внезапное и значительное снижение напряжения с последующим его восстановлением. Остаточное напряжение при провале напряжения может достигать 5% от опорного напряжения, а длительность провала напряжения не должна превышать одной минуты [1]. Параметры провалов напряжения стандартом не нормируются, а допустимые их значения определяются инструкцией по эксплуатации технологического оборудования.

При появлении провала напряжения на секции распределительного устройства напряжением 6 кВ релейная защита отключает асинхронный двигатель, не давая ему возможность самозапуститься после восстановления напряжения на шинах питания. Наличие автоматического включения резервного питания на базе секционного выключателя не изменяет ситуацию, поскольку двигатель в любом случае получит возможность подключения к источнику питания только после полного его выбега. Таким образом, после остановки компрессора печь остаётся без охлаждения и испытывает тепловой удар результатом которого является повреждение её футеровки.

После неоднократного появления провалов напряжения со стороны электрической сети энергоснабжающей организации техническое состояние печи требует ремонта. Ремонт печи

представляет собой дорогостоящее мероприятие. Кроме этого, остановка печи на время ремонта приводит к ущербу для предприятия в связи с недоотпуском продукции

Анализ системы электроснабжения предприятия, технических средств защиты и автоматизации позволил сделать выводы о вариантах возможных мероприятий для исключения негативного влияния провалов напряжения на технологический процесс. К числу этих мероприятий относятся:

1. Согласование работы средств релейной защиты и автоматики ввода резервного питания (3, п. 1.2.19).

2. Применение агрегатов бесперебойного питания.

3. Обеспечение технологического резервирования подачи сжатого воздуха для охлаждения печи с помощью воздушных заслонок с автоматическим управлением от работающего компрессора.

Для реализации любого из указанных выше мероприятий необходима совокупность организационно-технических возможностей со стороны предприятия. Одним из малозатратных и достаточно надёжных мероприятием является технологическое резервирование подачи воздуха для охлаждения печи.

В докладе приведены результаты работы по реализации данного мероприятия с помощью структурных логических схем. Итогом работы является разработанная принципиальная электрическая схема системы автоматического управления подачей воздуха в систему охлаждения стекловаренной печи.

Список литературы

1. ГОСТ 32144 − 2013. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. − Введ. 2013 − 07 − 01. − М: Стандартинформ, 2014. − 20 с.

2. Стрельников Н.А. Промышленная автоматика: учебное пособие – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. 107 с.

3. Правила устройства электроустановок: 7-е издание (ПУЭ)/ Главгосэнергонадзор России. М.: Изд-во ЗАО «Энергосервис», 2007. 610 с.

Структура авиационного электрифицированного электропривода

Молостов И.А., Крепышева Э.И.
Научный руководитель — доцент, к.воен.н. Новосельский В.Г.
КНИТУ-КАИ, Казань
ilya.molostov96@mail.ru

На современных ЛА имеется большое количество различных исполнительных агрегатов и механизмов, для приведения в действие которых требуются затраты механической энергии. В качестве источников механической энергии применяются гидравлические, пневматические, пиротехнические и электрические приводы. Наиболее универсальным из них является электрический привод, используемый или в качестве основного источника механической энергии, или в качестве управляющих устройств в системах привода другого вида.

Электрифицированный привод предназначен для приведения в движение агрегатов и механизмов ЛА, а также для управления этим движением.

Электрифицированный привод – любые системы управления исполнительными механизмами, рабочими машинами или органами управления, имеющие в своем составе (контуре) электроприводы.

Электроприводом называется устройство, преобразующее электрическую энергию в механическую, пневматическую или гидравлическую.

Авиационные электроприводы по виду структурных схем делятся на два класса [1]:

а) Электроприводы с разомкнутой структурной схемой, отличительной особенностью которых является отсутствие обратной связи между регулируемой и управляемой величиной и управляющим воздействием. Относится к системам программного управления. Устройство управления в них состоит из программных механизмов или управляющих логических устройств либо ЦВУ. Обязательно наличие контактных устройств (в качестве, например, концевых выключателей).

Для стабилизации частоты вращения при изменении напряжения питания применяется центробежный регулятор, контакты которого разрывают цепь питания якоря либо включены параллельно дополнительному резистору в цепи якоря или обмотки управления.

б) Электроприводы с замкнутой структурной схемой, имеющие обратные электрические и кинематические связи. Сюда можно отнести приводы с автоматическим регулированием частоты вращения, следящие приводы, приводы с программным управлением и др.

Основными элементами электроприводов являются:

• аппаратура управления (датчики, программные механизмы, выключатели, магнитные управляющие устройства и ЦВМ);

• регулирующее устройство (регуляторы мощности, магнитные усилители, широтно-импульсные модуляторы, тиристоры, резисторы и др.)

• электрический преобразователь (электродвигатель или электромагнит);

• механическое регулирующее устройство (ферропорошковые муфты, муфты сцепления, муфты торможения);

• устройство защиты (ограничители торможения, фрикционные муфты);

• система передачи механической энергии (редукторы дифференциальные и планетарные, червячные и винтовые пары, трассовые, цепные, шарнирно-рычажные и кулачковые передачи);

• устройства ограничения движения и сигнализации (датчики обратной связи, концевые выключатели, лампы сигнализации).

Следящий электропривод обеспечивает с достаточно высокой точностью воспроизведение управляемым агрегатом положения, задаваемого задающим устройством. Функции задающего устройства может выполнять как автоматическое устройство, так и человек-оператор.

Примерами следящих приводов могут служить электроприводы радиолокационных антенн, следящих за целью, электроприводы пушечных турелей дистанционного управления, автоматы регулирования управления (АРУ), следящие приводы центральных тел регулируемых воздухозаборников.

В состав следящего привода входят следующие элементы: задающее устройство ЗУ, измеритель рассогласования ИР, усилитель У, исполнительный двигатель М, приводящий в движение ИМ. Измеритель рассогласования ИР сравнивает угловое или линейное положение, задаваемое ЗУ, с угловым или линейным положением ИМ.

Сигнал рассогласования усиливается усилителем. Далее сигнал поступает на усилитель мощности, питающий приводной электродвигатель. В систему могут входить корректирующие устройства, предназначенные для улучшения динамических свойств привода и повышения точности передачи.

Характерной особенностью следящего привода является наличие контура, замкнутого отрицательной обратной связью. Структура конкретных видов следящих приводов может отличаться некоторыми особенностями. Элементы привода иногда выполняются объединенными, например задающее устройство объединено с измерителем рассогласования или усилителем и т. д. Могут использоваться несколько последовательно включенных усилителей.

Синхронным называют электропривод, автоматически обеспечивающий синхронное перемещение двух или более электродвигателей, служащих для привода, действующих совместно, по кинематически разобщенной схеме агрегатов.

Для обеспечения синхронности применяются специальные схемы соединения двигателей, как бы заменяющие их общий вал. Поэтому система называется также синхронным валом.

Список литературы

1. Петухов Б.Н. Электроснабжение летательных аппаратов. Л.: – ЛКВВИА имени А.Ф. Можайского, 1960. 554с.

2. Афанасьев А.Ю. Основы автоматизированного электропривода. Казань: Издательство КГТУ им. А.Н.Туполева, 2005. 122 с.

Перспективы использования силовых электронных преобразователей

Муфаздалов И.Р.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
ilvirkai31@mail.ru

В промышленном производстве элетроэнергия используется в электроприводе разными элетроустановками. В связи с этим для эффективного применения в конкретных случаях параметры электроэнергии должны быть различными.

Следовательно, для удовлетворения нужд производства в электроэнергии разных видов и параметров, а также для более эффективного управления ее распределением необходимы различные преобразовательные устройства.

Одними из самых используемых и востребованных являются силовые электронные преобразователи.

Силовой преобразователь – элемент, при помощи которого оказывается регулирующее воздействие на электропривод. Характер такого воздействия зависит от рода тока, способа управления движением электропривода и от конкретных особенностей преобразователя.

Силовые полупроводниковые преобразователи (СПП) электрической энергии находят широкое применение в автоматизированном электроприводе, где они выполняют функцию регулирования скорости и момента электродвигателя. Они включены между двигателем и основным источником питания.

Электронные преобразователи электрической энергии в общем случае выполняют функцию преобразования электрических параметров располагаемой (первичной) системы электроснабжения в параметры, необходимые для нормального функционирования потребителей. Преобразуемыми параметрами являются: вид напряжения (постоянное – переменное), напряжение, ток, число фаз, частота. Примерами такого преобразования являются источники вторичного электропитания (ИВЭП), системы бесперебойного электроснабжения, управляемые выпрямители, преобразователи частоты.

Типовыми видами преобразования в электронных силовых преобразователях являются:

• Преобразование переменного напряжения в постоянное.

• Преобразование переменного напряжения в переменное с изменением частоты и\или числа фаз.

• Преобразование постоянного напряжения в постоянное.

Выходные параметры преобразователей могут стабилизироваться и\или регулироваться в заданных пределах.

Элементная база для таких преобразователей многообразна и позволяет реализовать преобразование мощностей от нескольких ватт до мегаватт. Силовые полупроводниковые компоненты постоянно совершенствуются. Общая тенденция их развития направлена на создание полностью управляемых ключей при минимизации мощности управления. Сегодня силовые МОП-транзисторы, IGBT, GTO, МОП-управляемые тиристоры вытесняют классические триодные тиристоры и биполярные транзисторы практически из всех мощностных и частотных диапазонов.

В абсолютном большинстве случаев, с целью снижения потерь, основное преобразование осуществляется при импульсном (ключевом) режиме работы силовых полупроводниковых элементов.

Силовая электроника – это является значительный резерв повышения энергоэффективности систем электроснабжения, поскольку основой большинства методов оптимизации энергопотребления является управление электроэнергии сети в энергию управления объектом.

Теоретические основы процессов преобразования электроэнергии были разработаны в начале текущего столетия. Но широкое внедрение в практику преобразовательная техника получила после создания в 50-х годах XX века силовых полупроводниковых приборов: диодов и тиристоров.

Если обобщить результаты структурного анализа, то можно заключить, что в состав силовой части таких устройств в той или иной комплектации входят следующие основные модули:

• Сетевой выпрямитель (управляемый или неуправляемый).

• Сглаживающий фильтр и\или реактор в случае применения инвертора тока.

• Однофазный коммутатор в звене постоянного тока (инвертор) (схема Chopper).

• Многофазный инвертор с ШИМ-управлением или без него.

• Сетевой помехоподавляющий фильтр.

• Датчики тока в звене постоянного тока и в цепи нагрузки.

• Элементы защиты от перегрузки по току, коротких замыканий, перенапряжения, а также от недопустимых превышений di/dt, du/dt.

На основе анализа структурных схем основных типов силовых электронных преобразователей выделен достаточный комплект структурных модулей, позволяющий покрыть любую реальную структуру. Его состав определяет структуру силовой части и схемы управления силовыми ключами разрабатываемой системы.

В перспективе данный вид преобразователей будет еще более востребован, так как темп развития в области полупроводниковых приборов с каждым годом стремительно растёт.

Анализ существующих ГОСТов для построения аэродромной электроэнергетической установки

Новикова М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.
МАИ, Москва
maheinova@mail.ru

Современные тенденции развития летательных аппаратов показывают перспективность таких направлений, как беспилотные летательные аппараты, вытесняющие в ряде задач пилотируемую авиацию. Вообще, идея об управляемых дистанционно механизмах появилась сразу же после изобретения электричества.

Повсеместное внедрение беспилотной авиации остро ставит вопрос базирования таких аппаратов и выявляет недостатки инфраструктуры в области энергообеспечения.

На сегодняшний день вопрос обслуживания остро стоит в связи с неразвитой инфраструктурой, поэтому объектом изучения в данной работе являлась аэродромная электроэнергетическая установка АЭУс, предназначенная для обеспечения электропитанием нагрузок напряжением постоянного тока 27 В и трехфазным напряжением переменного тока 115 В 400 Гц с качеством по ГОСТ Р 54073-2017. Рассматриваются два варианта установки: стационарная, со своей точкой на аэродроме или в более тяжёлом для доступа месте, и передвижная установка, которая сможет добраться до любого места, чтобы возобновить работу техники.

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, благодаря чему видно в каких интервалах установка будет работать без помех.

Проработан вопрос выбора элементной базы для построения структурных блоков системы с учетом требований к ним, на основе которых можно проектировать реальные устройства аэродромного базирования насыщения дронов электричеством.

На основе выполненного анализа предложена структурная схема для реализации АЭУс.

Фазовая автоподстройка частоты в цифровой системе управления трехфазными источниками электропитания

Носков Д.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.
МАИ, Москва
noskov.d.d@gmail.com

Широкое распространение получили высокочастотные транзисторные преобразователи, имеющие электрическую сеть переменного тока на входе (активные выпрямители, корректоры коэффициента мощности), на выходе (инверторы) либо одновременно на входе и выходе (источники бесперебойного электропитания). На ключевые параметры работы этих преобразователей (коэффициент гармоник и коэффициент мощности корректоров коэффициента мощности, распределение нагрузки между параллельно включёнными инверторами, возможность работы инверторов на сеть) влияет не только выбор структуры обратной связи и настройка контуров регулирования, но и качество и способ синхронизации с сетью переменного тока.

Распространённым решением для синхронизации с сигналом, изменяющимся во времени по гармоническому закону, является фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ), базовая структура которой содержит:

- фазовый детектор, т. е. блок выделения разности фаз входного (опорного) и выходного сигналов;
- фильтр низких частот;
- генератор частоты, управляемый напряжением.

Идеальная система ФАПЧ должна обеспечивать высокую скорость синхронизации с внешней сетью (что особенно актуально для бортовой сети переменной частоты) и при этом быть устойчивой к воздействию переходных отклонений, помех, высших гармоник сети. Динамические параметры системы ФАПЧ определяет в большей степени звено фильтра низких частот: от ширины полосы пропускания фильтра и его передаточной характеристики зависят время установления выходной частоты при изменении входного сигнала и коэффициент подавления высших гармоник входного

сигнала. Наличие отклонений, высокочастотных пульсаций, изменяющейся частоты основной гармоники нередко приводит к необходимости использования фильтров второго и более порядка.

При реализации ФАПЧ в системах управления трёхфазными преобразователями переменного тока на основе микроконтроллеров важной характеристикой является вычислительная сложность алгоритма ФАПЧ, так как ресурсы микроконтроллера и его производительность жёстко ограничены. При этом самыми ресурсоёмкими операциями являются выделение разности фаз (основанное, как правило, на взятии косинуса выходного сигнала ФАПЧ и умножении на входной синусоидальный сигнал) и реализация фильтра низких частот высокого порядка.

В работе приводится методика построения системы ФАПЧ для трёхфазной сети переменного тока, обладающей следующими особенностями:

• Для работы алгоритма не требуется преобразований системы координат, используются мгновенные значения фазных напряжений.

• В блоке фазового детектора отсутствуют операции взятия косинуса, что значительно уменьшает время выполнения вычислительного алгоритма.

• Для получения сигнала разности фаз используется комбинация арифметических действий сложения и умножения, которые в современных цифровых сигнальных процессорах выполняются за один такт работы.

• Для обеспечения помехозащищённости и подавления высших гармоник используется один фильтр низких частот первого порядка.

Приводятся результаты имитационного компьютерного моделирования в среде MATLAB Simulink, показана работоспособность предложенного алгоритма для промышленной сети 50 Гц, для бортовых сетей постоянной и переменной частоты, даны количественные оценки динамических параметров ФАПЧ: времени установления выходной частоты, коэффициента подавления высших гармоник.

Электрические дистанционные передачи, применяемые на летательном аппарате

Петров А.А., Каримов А.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Афанасьев А.Ю.
КНИТУ-КАИ, Казань
petrovalekse95@mail.ru

Под электрической дистанционной передачей понимают систему, предназначенную для передачи на расстояние механических перемещений электрическими методами. Электрические дистанционные передачи (ЭДП) обладают рядом преимуществ по сравнению с другими видами передач (механическими, гидравлическими, пневматическими и др.). Они имеют меньшую массу, габариты, более надежны и удобны в эксплуатации. ЭДП можно классифицировать по ряду признаков:

1. По виду датчиков: потенциометрические; сельсинные.
2. По величине мощности: передачи малой мощности (индикаторные); силовые передачи (следящие системы).
3. По роду тока: передачи постоянного тока; передачи переменного тока.
4. По количеству проводов линии связи: однопроводные; двухпроводные; трехпроводные.
5. По величине угла поворота: ограниченного угла поворота (менее 360°); неограниченного угла поворота (круговые).

Сельсинная индикаторная дистанционная передача (СИДП) используется для передачи на указатель (индикатор) положения выходных осей агрегатов ЛА. В передаче используются два идентичных по конструкции сельсина, называемые сельсином-датчиком СД и сельсином-приемником СП.

Ось ротора СД связана с осью, положение которой необходимо передать на индикатор, а на оси ротора СП укрепляется стрелка указателя или индекс.

Если ось ротора окажется развернутой на некоторый угол, то равенство ЭДС в статорных обмотках будет нарушено, потекут уравнительные токи, которые, при взаимодействии с потоками роторов, обусловят появление вращающих моментов. В виду идентичности конструкции и схемы включения сельсинов вращающие моменты, приложенные к роторам СД и СП, будут равны и направлены в сторону уменьшения рассогласования положения роторов.

Сельсинная индикаторная передача применяется в системах, где момент, прикладываемый к оси ротора СД, намного больше момента сопротивления повороту стрелки индикатора. В авиационном оборудовании эта передача используется для индикации в указателях курсовых систем и др.

Сельсинная силовая передача (ССП), как и индикаторная, состоит из СД и СП. Ротор СД жестко связан с командной осью, а с обмотки ротора СП, работающего в трансформаторном режиме, сигнал подается через усилитель на исполнительный двигатель Д.

Двигатель через редуктор поворачивает выходную ось системы и одновременно ротор или статор СП. Равновесие дистанционной передачи наступает при перпендикулярности оси полюсов ротора СП потоку статора, когда ЭДС в обмотке ротора СП наводиться не будет, в конечном счете это соответствует перпендикулярности осей полюсов роторов СД и СП.

Дистанционная передача с дифференциальным сельсином. Конструктивно дифференциальный сельсин отличается от обычных сельсинов тем, что имеет трехфазные обмотки как на статоре, так и на роторе. Дифференциальный сельсин (ДС) включается в разрыв линии передачи сигналов от СД к СП и применяется для суммирования (вычитания) угловых перемещений, передаваемых с помощью индикаторной или силовой дистанционной передачи.

В случае работы сельсинной передачи в индикаторном режиме обмотки роторов СД и СП включаются параллельно на напряжение переменного тока, и в согласованном положении ось полюсов ротора СП располагается по потоку статора. Если реализуется силовая передача, то выходной сигнал СП через усилитель управляет исполнительным двигателем.

Область применения – аналоговые вычислительные устройства и каналы широтной коррекции курсовых систем.

Синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы (СКТ) предназначены для получения напряжения переменного тока, пропорционального синусу и косинусу угла поворота ротора относительно статора. Напряжения обмоток зависят от угла поворота ротора.

На точность выходных сигналов оказывает влияние размагничивающее действие магнитных потоков, создаваемых токами вторичных обмоток. При равенстве нагрузок происходит взаимная компенсация этого вредного влияния (вторичное симметрирование). Если нагрузки не равны, компенсация происходит за счет первичного симметрирования, то есть за счет магнитного потока, создаваемого током короткозамкнутой первичной (компенсационной) обмотки.

Область применения: аналоговые счетно-решающие устройства (например, для получения составляющих вектора скорости самолета вдоль осей географической системы координат), датчики положения элементов механизации планера, управления следящей креновой рамой и передачи углов пространственного положения самолета в гироскопических вертикалях и курсовертикалях.

Список литературы

1. Петухов Б.Н. Электроснабжение летательных аппаратов. Л.: – ЛКВВИА имени А.Ф. Можайского, 1960. 554с.

2. Ситников В.Ф. Силовая электроника в системах электроснабжения переменного тока // Электричество.– 2008. №2.

3. Лебедев А.А. Системы электронной автоматики, приборное и высотное оборудование летательных аппаратов. М., Воениздат, 1978.

Разработка методики расчета эффективности экранирования

Плотникова Н.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
natasha.8606711@gmail.com

Современные тенденции развития высокочастотной техники таковы, что все чаще возникает проблема электромагнитной совместимости (ЭМС). Экранирование – это одно из основных средств ее обеспечения. Конечно, полная изоляция прибора не может быть выполнена, так как для правильной работы устройства в экране необходимо предусмотреть апертуры различного назначения: под разъемы, кабели, крышки, люки, вентиляционные отверстия. Это, в свою очередь, приводит к проникновению электромагнитных волн в экранированную область, вследствие чего могут появиться помехи в работе системы.

Для решения указанной проблемы на этапе конструирования прибора можно использовать методику расчета эффективности экранирования, которая должна быть в пределах нормы при максимальном количестве апертур. Такая методика позволит определить негативное воздействие волн на функционирование устройства, а также позволит упростить расчеты на начальном этапе проектирования экрана. В основе методики лежит коэффициентный метод расчета эффективности экранирования, учитывающий наличие отверстий как цилиндрической, так и нецилиндрической формы.

В ходе работы проведен анализ действующих методов расчета эффективности экранирования, стандартов ЭМС и допустимых значений эффективности экранов, исследованы виды помех и определены факторы их возникновения, рассмотрены методы защиты прибора от электромагнитных воздействий, разработан алгоритм расчета и выполнены тестовые расчеты эффективности защиты от электромагнитных волн экранов с максимальным набором апертур.

Разработка и создание инвертор-частотного преобразователя

Плохов Д.А.
Научный руководитель — Савилкин С.Б.
МАИ, Москва
deniap@mail.ru

Целью данной работы является разработка и создание инвертор-частотного преобразователя. Используется система сквозного проектирования Altium Designer, которая дает возможность разработать наглядную пространственную 3D-модель печатной платы.

Основные характеристики устройства

1. Напряжение питания – 24 В постоянного тока ±15%.
2. Выходное напряжение – 220/380 В чистая синусоида.
3. Мощность номинальная 1,5 Квт, максимальная 2,5 Квт.
4. КПД на номинальной мощности – 94%.
5. Диапазон регулировки частоты – 5–200 Гц.

Для решения данной задачи были выполнены следующие необходимые требования:

1) произведен анализ элементной базы для реализации данного устройства с определенными критериями (экономический фактор, высокая степень интеграции микросхем, размер элементов);

2) выбраны схемотехнические решения отдельных узлов, а также рассчитаны параметры элементов;

3) разработана общая схема инвертор частотного преобразователя;

4) разработана электрическая схема инвертор-частотного преобразователя в системе сквозного проектирования Altium Designer;

5) разработана топология печатной платы (были решены вопросы размещения элементов, а также трассировки проводников, с учётом их возможного взаимного влияния и перекрестного создания помех функциональными блоками).

С использованием встроенных механизмов среды сквозного проектирования Altium Designer была создана 3D-модель печатной платы, а также проведен анализ качества размещения элементов и возможности компоновки печатной платы в корпусе устройства. Таким образом, в результате проделанной работы была разработана электрическая схема печатной платы и 3D-модель инвертор-частотного преобразователя. Основными особенностями данного устройства являются возможность реверса и управления ускорением, возможность обеспечения бесперебойной работы оборудования в случае отключения основной питающей сети. Предполагаемая продолжительность работы в режиме максимальной мощности 15 минут.

Разработка технологии безопасной эксплуатации электротехнических устройств

Полюхович М.А., Маньков В.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бурлов В.Г.
СПбПУ, Санкт-Петербург
mpolyukhovich@gmail.com

Управление процессами обеспечения безопасности предполагает моделирование процессов с наперёд заданными свойствами. Для управления в основном применяются модели на основе анализа, что предполагает решение прямой задачи управления. Но такой подход не гарантирует абсолютного соответствия заявленным требованиям. В исследовании рассматривается построенная на основе синтеза теория управления электробезопасностью. Такой подход позволяет удовлетворять всем требованиям к системе безопасности, так как базируется на решении обратной задачи управления, что, в свою очередь, предоставляет возможность выработать условия использования методов и моделей программно-целевого управления.

Для формирования условий существования процесса управления безопасной эксплуатацией электротехнических устройств должны быть рассмотрены следующие аспекты:

• свойства окружающей среды, представленные стабильным соотношением таких характеристик, как «объективность», «целостность» и «изменчивость», которые соответственно согласовываются с эквивалентными по функциям «объект», «предназначение» и «действия»;

• характеристики человеческого мышления, базирующиеся на абстрактном, абстрактно-конкретном и конкретном мышлении и отраженные соответственно в методологии, методах и технологии (алгоритмах);

• индивидуальный подход, предполагающий применение индивидуумом следующих ключевых методов решения прикладных задач: декомпозиция, абстрагирование и агрегирование.

Благодаря использованию таких методов, как декомпозиция, абстрагирование и агрегирование, управленческое решение можно представить в виде математической модели, что и было продемонстрировано в данном исследовании.

В работе была представлена концепция технологии управления процессами обеспечения электробезопасности. Технология управления на основе синтеза предоставляет возможность внедрения на предприятии гарантированного подхода к управлению процессами обеспечения безопасности при эксплуатации электротехнических устройств. В модель управления, рассматриваемую в данном исследовании, предполагается в будущем включить различные взаимосвязи, усложнить её путем введения дополнительных условий.

Концепции более электрического и полностью электрического самолетов

Русанов Д.В., Подгузов В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ковалев К.Л.
МАИ, Красногорск
denis_rusanov@rambler.ru

В настоящее время существуют два направления проектирования самолетов. Первое – это создание более электрического самолета. Более электрический самолет – это самолет, в котором все исполнительные механизмы представляют собой электроприводы. В таком самолете в качестве маршевого двигателя используется реактивный двигатель. Питание исполнительных механизмов обеспечивается генератором, работающим от маршевого двигателя. Для создания более электрического самолета необходимо значительное увеличение мощности электрогенераторов самолета и проектирование более совершенной системы распределения электроэнергии на борту.

Второе направление – это создание полностью электрического самолета или гибридного. Полностью электрический самолет (гибридный) – это самолет, для движения которого используется электродвигатель. Энергия для такого двигателя должна быть запасена в батареях на борту самолета или обеспечиваться турбогенератором.

Boeing 787 Dreamliner оснащён 4 генераторами по 250 кВт, установленными на двух реактивных двигателях. Вспомогательная установка оснащена двумя генераторами по 225 кВт. В этом самолете некоторые системы, которые раньше были гидравлическими, заменены электрогидравлическими или электрическими приводами. На борту применена новая система распределения энергии, которая позволяет уменьшить длину и, следовательно, вес проводов (длина проводов на Boeing 787 на 32 км меньше, чем у Boeing 767).

Таким образом, Boeing 787 Dreamliner является прообразом более электрического самолета, и можно предположить, что внедрение электрических систем в следующих самолетах компании Boeing будет еще шире.

Наиболее известные летающие прототипы – это Airbus E-FAN и Extra 330LE, разработанные компанией Siemens. Оба самолета для питания электродвигателей используют аккумуляторные батареи. Также существуют самолеты, для питания электродвигателей которых используются солнечные батареи: Solar Impulse (Швейцария), NASA Pathfinder (США).

Данные самолеты относятся к классу малой авиации, но некоторые решения пригодны для гражданских и транспортных самолетов. Например, интересна силовая установка самолета Extra 330LE. Это электродвигатель, мощность которого составляет 260 кВт при 2500 об/мин, что позволяет вращать пропеллер напрямую от электродвигателя. Масса электродвигателя 50 кг. Уменьшение массы достигнуто путем широкого использования композитных материалов и новых методов проектирования (конечно-элементный анализ).

В 2016 году самолет Extra 330LE совершил первый полет и установил рекорд скорости для электрического самолета – 340 км/ч. После испытаний разработчики заявили, что могут создать электродвигатель большей мощности с такими же удельными параметрами (5 кВт/кг), но уже для большего самолета. В данный момент компания Siemens занимается разработкой электродвигателей

для гибридного самолета совместно с компанией Airbus. Это проект E-Thrust. Проект предусматривает создание пассажирского авиалайнера к 2050 году. В качестве маршевого двигателя планируется использовать электродвигатели, питание которых будет осуществляться при помощи электрогенератора работающего от газовой турбины.

В России проводятся работы по созданию более электрического самолета. Экспериментальная силовая установка должна строиться на базе двигателя ПС-90А. В самолете планируется полностью заменить гидравлическую и пневматическую систему на электроприводы. Это позволит исключить из конструкции маршевого двигателя коробку приводов, что увеличит экономичность и простоту обслуживания авиадвигателя, а также позволит снизить массу самолета.

Что касается полностью электрического самолета для гражданской авиации, то реализация такого проекта требует создания энергоустановок с удельной мощностью от 20 до 50 кВт/кг. Поэтому энергоустановки для полностью электрических самолётов целесообразно разрабатывать на основе сверхпроводников. Использование сверхпроводников уже в ближайшее время позволит создавать электрические машины с удельной мощностью 10-15 кВт/кг. Для создания электрических машин подобного класса необходимы новые материалы, новые методики расчета электрических машин, новые методы расчета тепловых процессов и прочностных характеристик элементов конструкции.

Более электрический самолет – это проект, который возможно воплотить в жизнь уже в 2020-2030 гг.

Для полностью электрического самолета необходим промышленный рывок во многих отраслях промышленности. Создание новых материалов, разработка новых принципов построения самолета, развитие электротехнической промышленности (электрические машины, преобразователи, провода) может привести к тому, что в будущем создание полностью электрического самолета станет возможным.

Накопители электрической энергии для сетей на основе возобновляемых источников энергии

Рыжов Б.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Исаков Р.Г.
КНИТУ-КАИ, Казань
bogdan110196@gmail.com

В условиях постоянного развития энергетики продуктивность управления процессами генерации, распределения и применением энергии посредством энергетического менеджмента весьма значима. Разработка накопителей электроэнергии возобновляемых источников энергии (ВИЭ), специфических «складов» электроэнергии, аналогичных углеводородным, и создание наиболее экономичных и компактных преобразователей электрической энергии (ПЭ) альтернативных источников направленных на решение данных вопросов. Накопители энергии, высокоэкономичные, компактные преобразователи и сверхпроводящие кабели составляют базу электроэнергетики завтрашнего дня.

На данный момент имеется значительное число накопителей электрической энергии (НЭЭ) различающихся по виду хранения энергии, объему запасаемой энергии, периоду хранения и скорости обратного преобразования энергии. Одной из наиболее известных и популярных технологий накапливания электрической энергии считаются аккумуляторные батареи (АКБ), которые широко используются как на производстве, так и в быту. Но использование АКБ в качестве НЭЭ в сетях на основе возобновляемых источников энергии не столь эффективно. Например, при скачкообразном изменении тока зарядки/разрядки, вызванном периодическими колебаниями генерируемой мощности ВИЭ, режим работы АКБ не является оптимальным и ведет к уменьшению срока службы АКБ. Также стоит отметить ограниченное количество циклов зарядки/разрядки АКБ и необходимость увеличения емкости АКБ для возможности работы механизмов с продолжительными режимами пуска. В связи с этим возникает необходимость замены или дополнения АКБ другими НЭЭ, которые могли бы решить данную проблему. Примером таких элементов может служить новый тип энергонакопителя.

Имеются модели накопителей, энергия электромагнитного поля в которых может запасаться в сверхпроводящем соленоиде. Основой электромагнитного поля является ток, который течет по сверхпроводящему контуру. Поскольку такого рода контур не имеет сопротивления, ток допускается увеличивать, поднимая энергию электромагнитного поля. Для этого используется сверхпроводящая проволока из ниобия либо его соединений, с температурой перехода Тс ≥4К. Кроме того, были изобретены и опытным путем опробованы ряд прототипов накопителей электроэнергии, сверхпроводящих индуктивных накопителей энергии (СПИН).

Существуют технологические процессы производства больших сверхпроводников на базе высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП), качество которых отличается от качества пленочных сверхпроводников. Значительные магнитные поля, «магнитные вихри» до 10-20 Тл при температуре 45 К могут захватываться и «вмораживаться» в ВТСП, что является перспективным свойством для технических применений.

Сетевые накопители не только решают проблемы недостатка мощности и падения напряжения в сети, но также способны регулировать напряжение и частоту сети, компенсировать реактивную мощность при её излишке либо, напротив, производить её в сеть при несовершенствах. В таком случае накопители считаются универсальным решением и для сетевых компаний, и для промышленных предприятий. В зависимости от поставленной задачи они могут быть выполнены и на суперконденсаторах.У таких систем меньшие потери на собственную зарядку, и они способны выдавать в сеть большую мощность за короткое время, что делает их совершенно незаменимыми для покрытия кратковременных, но глубоких провалов напряжения в сетях.

Применение накопителей на основе сверхпроводников упирается в стоимость проводникового материала. Работа накопителя при гелиевых температурах 4 К сопряжена с большими финансовыми и энергетическими затратами на низкотемпературное криостатирование. Эти затраты целесообразны только в очень крупных сетях. Переход на накопительные системы на основе высокотемпературной сверхпроводимости, работающие при температуре жидкого азота T<77 К, – позволяет ожидать значительного прогресса, а в частности применения на локальных электросетях, в том числе и на основе ВИЭ.

Список литературы

1. Марьенков С.А. Гибридный накопитель электрической энергии для сетей с распределенной генерацией на основе возобновляемых источников электрической энергии. // Международный научно-исследовательский журнал, № 02 (56). Часть 3. Февраль. 2017.

2. Смоленцев Н.И. Накопители энергии в локальных электрических сетях. // Ползуновский вестник 2013. №4-2.

Высокомоментный электродвигатель для электромеханического рулевого привода безредукторной схемы

Саяхов И.Ф.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Исмагилов Ф.Р.
УГАТУ, Уфа
isayakhov92@mail.ru

Одной из основных тенденций в авиационной отрасли является концепция более электрического самолета. Реализация данной концепции позволит учесть экологические проблемы, возникшие при эксплуатации самолетов, снизить стоимость обслуживания самолётов, а также расширить их функциональные возможности.

Для большинства объектов управления на самолете применяются приводы с поступательным характером движения. В общем случае силовой канал электромеханического привода (ЭМП) поступательного движения включает в себя электрический двигатель, промежуточную передачу вращательного действия, выходную передачу поступательного действия.

С точки зрения рационального использования ограниченного объема в местах установки объектов управления на самолетах применение безредукторной схемы ЭМП представляется наиболее целесообразным. При этом достигается уменьшение габаритов ЭМП и массы по сравнению с редукторной схемой.

Особенностью безрудукторной схемы ЭМП является исполнение, при котором вал электрического двигателя (ЭД) непосредственно связан с передачей поступательного действия, что существенно упрощает конструкцию ЭМП и значительно снижает приведенный к валу ЭД момент инерции [1].

Современные тенденции показывают, что бесколлекторные двигатели с постоянными магнитами (БДПМ) обладают наилучшими техническими характеристиками при минимальных габаритах. Удельный момент в высокомоментных исполнениях БДПМ с воздушным охлаждением может достигать до 60 кН*м/м^3 [2], что отвечает требованиям создания необходимых усилий в ЭМП.

В программном комплексе Ansys Maxwell разработана компьютерная модель БДПМ с воздушным охлаждением мощностью 3,35 кВт, моментом 40 Н*м, частотой вращения 800 об/мин и проведены электромагнитные расчеты. По результатам моделирования установлено, что омические потери в постоянных магнитах составляют 120-156 Вт. Учитывая габаритные размеры БДПМ и его мощность очевидно, можно сделать вывод, что такая величина потерь в постоянных магнитах является

значительной и может привести к перегреву постоянных магнитов. Поэтому была выполнена шихтовка магнитного полюса на 4 магнита с аксиальной длиной каждого 17,5 мм. Это позволило уменьшить потери в постоянных магнитах ротора на 150%.

Создание большого крутящего момента (40 Н*м), ведет к высокому значению плотности тока (33,6 А/мм2). По этой причине эксплуатация БДПМ возможна в повторно-кратковременном режиме S3, что согласуется с режимом работы ЭМП. Удельная мощность БДПМ составила 0,77 кВт/кг. Удельный момент БДПМ составил 72,3 кН*м/м^3. Полная масса активных материалов БДПМ составила 4,33 кг, а КПД 64,1 %. Таким образом, значение удельного момента, разрабатываемого БДПМ, на 20,5% выше, чем у известных аналогов.

На основании проведенных расчетов создан макетный образец БДПМ. Следует отметить новое направление в конструктивном исполнении двигателей: проектирование и создание двигателей для непосредственного встраивания в механизм, а не принятого универсального присоединения к механизму. В состав таких двигателей не входят вал, опорные щиты и подшипники, что существенно упрощает конструкцию. Такие БДПМ имеют плоскую встраиваемую конструкцию из статора и ротора. Система управления БДПМ выполнена с использованием датчиков Холла, которые устанавливаются в пазах пакета статора.

Статор БДПМ прессуется в цилиндрический корпус и выполнен из листов электротехнической стали 2214 толщиной 0,5 мм. Трехфазная обмотка статора выполнена двухслойной концентрической. При этом на каждый зубец статора приходится одна катушка. Проводники обмотки состоят из двух параллельных проводов с медной никелированной жилой круглого сечения и изоляцией на основе полиимидного лака. Данные провода предназначены для обмоток электрических машин с температурой эксплуатации до 220 ºС. Концентрическая обмотка позволяет снизить массогабаритные показатели БДПМ за счет малого вылета лобовых частей.

Ротор выполнен на основе полукруглых высококоэрцитивных постоянных магнитов, марки SmCo с легированием медью. Для обеспечения высокомоментного и низкоскоростного исполнения, ротор БДПМ выполнен из 8 полюсов. С целью снижения омических потерь в постоянных магнитах каждый полюс ротора состоит из шихтованных в осевом направлении постоянных магнитов.

Рабочая температура используемых постоянных магнитов 450 °С. Магнитопровод ротора выполнен полым для прямого соединения с выходной передачей поступательного действия.

Основной вклад данной работы в область ЭД для ЭМП состоит в разработке конструкции БДПМ с высоким удельным моментом и в исследовании его характеристик. Полученный результат является важным для эффективного внедрения высокомоментных БДПМ в авиационную отрасль и для разработки концепции более электрического самолета.

Список литературы

1. Gu W., Zhu X., Quan L., Du Y., Gu W. Design and Optimization of Permanent Magnet Brushless Machines for Electric Vehicle Applications // Energies. 2015. Vol. 8. № 12. P. 13996-14008.

2. Lee C., Liu C., Chau K. Magnetless Axial-Flux Machine for Range-Extended Electric Vehicles // Energies. 2014. Vol. 7. № 3. P. 1483-1499.

Инновационные технологии в области промышленного освещения

Смирнов П.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
Pavlik_smi@mail.ru

В технологии освещения, обретает наиболее широкую известность светодиодное оборудование, гарантирующие высокое качество, отличающееся продолжительным сроком эксплуатации и экономичностью в применении. Значительная конкурентная борьба вынуждает изготовителей светодиодов уменьшать цену и увеличивать их многофункциональность способности.

Наблюдается объединение изготовителей, интеллектуализация продукта, увеличение торговли оборудованием среднего и высокого класса мощностей, появление предприятий по изготовлению источников электроэнергии для светодиодов. Эксперты трудятся над введением следующих инноваций.

Технология «GaN-светодиоды на кремниевых подложках» гарантирует хорошую светоотдачу и экономность применения электричества. Первоначально при изготовлении использовались довольно дорогостоящие сапфирные подложки, однако далее им на замену пришли более дешёвые кремниевые. Они приблизительно на 30% экономичнее сапфирных, но проблема их популяризации до сих пор не решена, поскольку оборудование с кремниевыми подложками также снабжается

дорогостоящими источниками электроэнергии и оптикой. По этой причине окончательная цена уменьшается несущественно.

Активно ныне формирующаяся технология «GaN-светодиоды на GaN-подложках» отличается от технологий с кремниевыми подложками тем, что позволяет значительно повысить качество цветопередачи и насыщенность светового потока.

При исследовании новейших технологий освещения уделяется внимание и источникам электроэнергии. Таким образом, обычно с целью предоставления однородного (исключая мерцание) освещения используются источники электроэнергии на базе постоянного тока, обеспечивающие защиту светодиодного светильника от замыкания, перегревания и скачков напряжения. Однако в ближайший период планируется применять источники на базе переменного тока. К их достоинствам принадлежат простота структуры и возможность освобождать светодиоды от таких недостатков, как невысокая мощность и существенные нелинейные искажения.

Разработчики технологии Human Centric Lighting (HCL) стараются приспособить свет в жилом здании к особенностям человеческого организма, по этой причине возникли светильники с контролируемой расцветкой. Применение подобного оборудования дает возможность осуществлять такое освещение, которое положительно влияет на состояние здоровья, в частности на биоритмы. Данный проект пользуется особенной известностью в Соединенных Штатах Америки и Европе. Он затрагивает вопросы улучшения настроения, повышения внимания и работоспособности, нормализации режима сна и бодрствования. Светодиоды на HCL-светильниках гарантируют адаптацию температуры цвета и светового потока.

Неэлектрической технологией считаются смешанные системы освещения на базе пустотелых оптических цилиндрических световодов. Смешанные, световодно-светодиодные системы обеспечить до 90% экономии энергозатрат на свет, при этом они дают возможность применять настоящий природный свет даже в тех местах, где использовать традиционные светопрозрачные системы затруднительно.

Рассматриваемая конструкция представляет собой сверхтехнологичную герметичную отражающую трубу, сверху имеющую бесцветный купол, а внизу замкнутую особым рассеивателем. Изнутри труба оснащена равномерно регулируемым светодиодным источником света.

Такой светопровод в светлое время суток при наименьших расходах энергии обеспечивает поступление в помещение природного освещения. В темное же время запускается интегрированный светодиодный источник.

В заключение отметим, что инновационные технологические концепции в области освещения дают возможность потребителям уменьшать расходы на приобретение и обсуживание осветительного оборудования, а также на электричество. А наметившаяся интеллектуализация приборов позволяет на расстоянии регулировать работу осветительных устройств и настраивать их под личные потребности.

Исследование систем автоматического управления взаимосвязанными процессами

Соколова И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Доманов В.И.
УлГТУ, Ульяновск
is963666@mail.ru

Существует большая группа систем, взаимосвязанных одним технологическим процессом. В подобных системах вопрос согласованного управления решается разными способами. Например, в различных модификациях схем "электрического вала" электроприводы согласуются по разности координат. В то же время возможно построение параметрических систем согласованного вращения. Основным достоинством таких систем являются простота конструкции, высокая надежность, возможность наращивания числа согласованных электроприводов. В ряде случаев возникает необходимость вводить регулируемый коэффициент редукции для одного или нескольких согласованных электроприводов. При этом принцип согласованности должен сохраняться. Это значит, что изменение скорости вращения одного электропривода должно отражаться на втором с учетом установленного коэффициента редукции.

Для примера рассмотрим работу сварочного трактора. В состав электрооборудования сварочного трактора входят [Л]:

- асинхронный двигатель;
- редуктор ходового механизма;
- редуктор механизма подачи проволоки.

Режим работы в подобном механизме определяется величиной сварочного тока, диаметром электродной проволоки (2-5 мм) и установкой сменных шестерней в редукторах механизма подачи проволоки и ходового механизма. Применение редукторных приводов имеет существенные недостатки:

• дискретность изменения режима работы;

• невозможность изменения режима в процессе работы;

• отсутствие возможности оптимизации процесса.

Для устранения указанных недостатков предлагается использовать раздельно регулируемые электроприводы для ходового механизма и механизма подачи проволоки, согласованные между собой по скорости.

Переход на регулируемые электроприводы позволяет проводить оптимизацию работы сварочного трактора. В качестве оптимизируемого параметра принимаем скорость движения сварочного трактора. Факторами, влияющими на скорость движения сварочного трактора, являются:

• свариваемый материал;

• его геометрические параметры;

• температурный режим.

Качество шва зависит от устойчивости дуги и температурного режима. Прогрев материала и его расплавление определяются величиной сварочного тока и скоростью перемещения электрода.

Литература

Трактор сварочный ТС-16-193 (с блоком управления). Руководство по эксплуатации. – СПб.: ИТС.22 с.

Разработка и исследование вентильного привода для использования в промышленных роботах в движущихся технологический системах

Соловьев Т.А.
Научный руководитель — к.т.н. Фокин О.С.
УлГТУ, Ульяновск
solovtim94@yandex.ru

Систематическое усовершенствование изготовления продукции, связанное с уменьшением степени участия человека в производстве (автоматизация), значительно усиливает эффективность коллективного труда. Разрабатываются промышленных роботов, эффективность которых в зависит от структуры входящих в их состав приводных механизмов.

Вентильный привод является электромеханической системой, включающей в себя три незаменимые составляющие: электрическая машина, приводящая в движение исполнительный механизм и управляющая им, датчик положения ротора и коммутатор, предназначенный для коммутации якорной обмотки по сигналам от датчика положения ротора. Непосредственно в ходе работы вентильный двигатель друг за другом проходит через два устройства: полупроводниковые ключи коммутатора и электрическую машину. Так как существует достаточный температурный диапазон для нужного гарантированного режима отсечки отключаемых транзисторов в большом температурном диапазоне, на их входы приходит запирающие напряжения от устройства запирания, питающегося от магнитотранзисторного мультивибратора [1].

Специальные электроприводы управляют двигателями. Благодаря этому они имеют наиболее простую структуру. Силовой преобразователь выполнен на базе управляемого выпрямителя (тиристорного) или неуправляемого выпрямителя и моста с ШИМ-управляемыми ключами (MOSFET или IGBT транзисторы) [2].

Исследования проводились с приводом общепромышленного назначения, предназначенного для приведения в движения исполнительных органов движущихся систем.

В промышленных механизмах чаще всего используется привод 6ДВМ, имеющий наиболее приемлемые виброшумовые, массогабаритные показатели.

Список литературы

1. Косулин В.Д. Вентильные электродвигатели малой мощности для промышленных роботов. Л.:Энергоатомиздат, Ленингр. Отд-ние,1998, 184 с.

2. Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность): Курс лекций. СПб.: КОРОНА-Век, 2006. 226 с.

Компьютерное моделирование трехфазного корректора коэффициента мощности с прямым управлением мощностью

Сорокин Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Вольский С.И.
МАИ, Москва
DmitrSorokin@gmail.com

В настоящее время действуют стандарты, ограничивающие эмиссию гармонических составляющих тока в сеть. Этим обстоятельством обусловлена востребованность в преобразователях, известных как корректоры коэффициента мощности. При этом схемотехнически активные корректоры коэффициента мощности являются комбинацией элементов двух преобразовательных устройств – неуправляемого выпрямителя и импульсного регулятора напряжения повышающего типа.

На основе проведенного анализа технической литературы изучены существующие схемотехнические решения трехфазных активных корректоров коэффициента мощности и выделены классифицирующие признаки, посредством которых произведен синтез нового схемотехнического решения, позволяющего осуществлять потребление фазных токов, пропорциональных и синфазных фазным напряжениям питающей сети при относительно большем значении коэффициента полезного действия.

Проанализированы существующие способы управления трехфазными активными корректорами коэффициента мощности, и выбран способ прямого управления мощностью с применением векторного преобразования Парка–Горева. Указанный способ управления позволяет построить одноконтурную систему управления, обеспечивающую:

• стабилизацию выходного напряжения преобразователя;

• синфазность фазных токов, потребляемых из сети фазным напряжениям;

• равенство напряжений на выходных конденсаторах преобразователя при несбалансированной нагрузке.

Разработаны математические модели синтезированного преобразователя и его системы управления, для численного решения которых создана компьютерная модель в среде Matlab-Simulink. Компьютерное моделирование подтвердило способность системы управления обеспечить стабилизацию выходного напряжения преобразователя, синусоидальность потребляемых токов и их синфазность фазным напряжениям, а также равное напряжение на выходных конденсаторах преобразователя при несбалансированной нагрузке.

Результаты компьютерного моделирования показали:

• точность поддержания выходного напряжения на уровне 1%;

• суммарный коэффициент гармонических составляющих при номинальной мощности преобразователя не превышает 5%;

• разница между напряжением выходных конденсаторов преобразователя составляет не более 2%.

Список литературы

1. ГОСТ 30804.3.2-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2014. 31с.

2. 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. М.: Стандартинформ, 2014. 27с.

3. Мелёшин В.И. Управление транзисторными преобразователями электроэнергии / В.И. Мелёшин, Д.А. Овчинников. М.:Техносфера, 2011. 411с.

4. Сорокин Д.А., Вольский С.И. Сопоставительный анализ схемотехнических решений трехфазных преобразователей AC/DC / Д.А. Сорокин // Электроника и электрооборудование транспорта. 2018. №5. С.10-15.

5. J.W. Kolar The Essence of Three-Phase PFC Rectifier Systems – Part I/ J.W. Kolar, T. Friedli // IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 28 №1, January 2013. –p.176-198.

6. Zhai, Dandan Passivity Based Power Control of Three-Phase Three-Switch Vienna Rectifier / Zhai, Dandan & Wang, Jiuhe & She, Dongjin // 3rd International Conference on Machinery, Materials and Information Technology Applications (ICMMITA 2015). – 2015. – pp.1127-1132.

Имитационное моделирование системы двух высокоскоростных электрических машин, связанных механически

Степанова А.С., Барабанов К.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ямалов И.И.
УГАТУ, Уфа
htslkm@mail.ru

На сегодняшний день перед авиацией возникают все более сложные задачи, которые не ограничиваются тем, что необходимо поднять судно в воздух и заставить лететь. Актуальной современной задачей является обеспечение тихих, экологичных и более дешевых полетов. Самое сложное, что решать эти задачи необходимо одновременно, хотя они противоречат друг другу.

В основном самолёт использует следующие виды энергии: механическую, пневматическую, электрическую и гидравлическую. Механическая система необходима для масляных и топливных насосов, гидравлическая – для обеспечения работы шасси и дверей, пневматическая – для запуска двигателя и кондиционирования воздуха. На электрику приходится примерно одна восьмая всех затрат, а то и меньше.

Решение этой задачи основано на технологиях цифрового управления функциональными процессами всех систем самолёта. Управление полной энергией самолёта наиболее эффективно реализуется при переходе к одному типу энергии — электрическому.

Набирающая в настоящее время все большую популярность концепция более электрического летательного аппарата или полностью электрического летательного аппарата означает необходимость разработки и исследования новых высокоскоростных и сверхвысокоскоростных авиационных генераторов мощностью более 100 кВт. По этой причине разработка систем для испытаний высокооборотных стартер-генераторов для более электрического самолета на сегодняшний день является очень актуальной научно-технической задачей [1].

В то же время процессы, происходящие в системе двух соединенных электрических машин высокой мощности на скоростях свыше 60000 об/мин, на сегодняшний день исследованы недостаточно [2].

Вопросы исследования формы установившегося движения ротора в широком диапазоне частот вращения рассмотрены в относительно малом количестве работ, поэтому исследование формы установившегося движения единой системы двух электрических машин, связанных механически, и ее влияния на нагруженность подшипников представляется актуальным.

Имитационная модель системы двух механически связанных высокоскоростных электрических машин разработана в программном комплексе Malab/Simulink и позволяет производить испытания электрической машины в стартерном режиме (разгон от 0 до 12000 об/мин), имитируя работу ВСУ, а также в генераторном режиме с обеспечением последующего разгона от 12000 об/мин до 60000 об/мин. В генераторном режиме при выходе на рабочую частоту вращения осуществляется оценка качества электроэнергии по всем показателям качества в соответствии с ГОСТ Р 54073-2017 «Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие требования и нормы качества электроэнергии» с различными нагрузочными режимами (номинальный режим, постепенный сброс нагрузки и наброс нагрузки).

Список литературы

1. Тулинова Е.Е, Ковалев К.Л., Иванов Н.С., Ларионова А.Е. Обзор разработок полностью электрических самолетов. М.: Электричество, 2016. № 4. С. 15–25

2. Лёвин А.В., Мусин С.М., Харитонов С.А., Ковалёв К.Л., Герасин А.А., Халютин С.П. Электрический самолёт: концепция и технологии. Уфа: УГАТУ, 2014. 388 с.

Фазовая автоподстройка частоты в цифровой системе управления ККМ звена постоянного тока инвертора

Толстых С.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.
МАИ, Москва
spkikg@gmail.com

Применение корректора коэффициента мощности (далее – ККМ) необходимо для обеспечения потребления из сети синусоидального входного тока, синфазного с напряжением сети, независимо от характера нагрузки. Также он позволяет осуществить преобразование напряжения сети переменного

тока в напряжение постоянного тока, обеспечивая питание инвертора стабильным напряжением постоянного тока.

Построение цифровых систем управления с использованием относительно недорогих, современных, как импортных, так и отечественных микроконтроллеров даёт возможность реализовать ряд независимых контуров обратной связи, цифровых фильтров, функций защит и индикации сбоев, коммуникации, синхронизации и др.; конфигурировать различные режимы управления, модуляции. Все это позволяет управлять как первой (ККМ), так и второй (инвертор) ступенью источника вторичного электропитания.

Для обеспечения эффективной работы ККМ необходимо с высокой точностью контролировать переход из отрицательной полуволны напряжения в положительную и наоборот, т.е. переход через ноль, что часто бывает затруднено наличием пульсаций и шумов в измерительных каналах, а также возможных искажений в самой сети. Система фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) позволяет выделить опорный сигнал первой гармоники частоты входного сигнала, а также формировать сигнал перехода через ноль.

В работе приведена методика расчета и построения системы ФАПЧ для однофазного входного сигнала. Выполнено компьютерное имитационное моделирование с разными настройками системы, что даёт возможность количественно и качественно оценить эффективность применения системы ФАПЧ в цифровой системе управления источниками вторичного электропитания для допустимых входных и требуемых выходных параметрах сигнала.

Оценка актуальности и преимуществ использования асинхронного двигателя в космических летательных аппаратах

Троицкая В.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Соловьев И.Н.
МАИ, Москва
cheshiretree93@gmail.com

Выбор типа двигателя при проектировании электрических установок для космической техники является фактором, определяющим дальнейшее направление разработки всех элементов, связанных так или иначе с данным двигателем.

Задача данной работы: определить наиболее выгодный электропривод с заданными номинальными характеристиками, для заданных условий эксплуатации, при единичном производстве, которое накладывает свои экономические и технологические ограничения. Сложность выбора продиктована требованиями, среди которых: высокая вероятность безотказной работы (0,9999), большая номинальная мощность, высокая частота вращения вала, кратность регулирования более 3, соответствие 3 группе Б подгруппе по жесткости воздействия климатических факторов по СТП.ОАЮ.

В работе проведено сравнение различных типов двигателей. Отмечено, что двигатели постоянного тока обладают такими достоинствами, как легкость плавного регулирования скорости в широких пределах, высокий пусковой момент и способность выдерживать большие перегрузки. Недостатки: невысокая надежность, сложность обслуживания и эксплуатации. К достоинствам синхронных двигателей относится: высокий коэффициент мощности cos φ=0,9, в режиме перевозбуждения они отдают реактивную мощность в сеть, они устойчивы к колебаниям сети, высокий КПД (он больше чем, у асинхронного двигателя на 0,5-3%), они обладает большой прочностью. Недостатки: большая стоимость постоянных магнитов, невысокая механическая прочность на высоких частотах, необходимость позиционирования ротора двигателя при регулировании скоростей вращения вала. Существенной проблемой является сброс энергии с двигателя. К существенным достоинствам асинхронного двигателя относятся простота в обслуживании и эксплуатации, простота конструкции, низкая стоимость и высокая надежность. Малый пусковой и большой пусковой ток может быть скомпенсирован средствами преобразователя частоты, который в любом случае будет установлен на данном устройстве для плавного регулирования скорости. Также недостатком является потребление им реактивной мощности, что увеличивает мощность преобразователя.

В результате анализа вариантов приводов для данных условий эксплуатации, был сделан вывод, что решающими критериями выбора двигателя являются его надежность, малая стоимость, простота конструкции и возможность регулирования скорости.

В работе были рассмотрены и проверены все возможные варианты ЭД, и был сделан вывод, что в наибольшей степени отвечает предъявляемым требованиям трехфазная асинхронная электрическая

машина переменного тока с короткозамкнутым ротором и статором с обмотками фаз, включёнными по схеме «Звезда».

Список литературы

1. Вержбицкий Л.Г., Аванесов Л.С., Круглова М.Л. Выбор типа двигателя мотор-компрессора системы преобразования энергии. Особенности моделирования процессов в нём/ // сб. науч. тр. «Иосифьяновские чтения 2015». 2015. 80 с.

2. Области применения и общая характеристика основных типов авиационных электрических машин. Место авиационных электрических машин в системе современного оборудования воздушных судов / Е. А. Лосев, С. В. Полежаев, науч. рук. Н. В. Юрковец // Тезисы А43 X Всерос. науч.-практ. конф. творческой молодежи, Т. 1. Технические науки. Информационные технологии/ Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, 2014. 199с.

Наиболее эффективная схема включения трехфазного асинхронного двигателя в однофазную сеть

Халитов Т.М., Каримов Д.Р.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
galafond@mail.ru

Трехфазный асинхронный двигатель (ТАД) является самым распространенным двигателем для современного электропривода. Это связано с его высокой надежностью и простотой конструкции. Однако часто появляется необходимость подключения такого двигателя к однофазной питающей сети. На данный момент существует достаточно большое количество схем для включения ТАД в однофазную сеть, например электрические схемы с фазосдвигающими элементами, трансформаторные схемы, электромеханические фазорасщепители и т.д. [1]. Все вышеперечисленные способы включения трехфазного двигателя в однофазную сеть обладают такими недостатками, как асимметрия трехфазного напряжения на обмотке статора и появление высших гармоник. Эти недостатки негативно влияют на энергетические характеристики двигателя и его работу в целом.

Для получения симметричной трехфазной системы напряжений можно использование соединение обмотки статора по схеме треугольником и две его обмотки включить к однофазным источникам напряжения со сдвигом фаз 60º. Таким образом, к статорной обмотке будет прикладываться симметричное трехфазное напряжение с действующим значением, равным питающему напряжению.

Для анализа такой схемы включения можно использовать Г-образную схему замещения ТАД, из которой можно получить проводимость фазы ТАД, зависящую от скольжения s. Результатами анализа этой схемы являются значения тока однофазных источников питания, и токи фаз статорной обмотки ТАД и коэффициенты мощности источников. Токи, потребляемые из однофазной сети, будут равны и токи фаз ТАД также равны между собой [2].

Если нагрузка на валу двигателя слишком мала ($s<0{,}015$), то один из источников однофазного питающего напряжения станет потребителем активной мощности. Причем коэффициент мощности одного источника будет более 0,7, а второго – менее 0,5.

Для проверки работоспособности такой схемы подключения двигателя необходимо иметь два однофазных источников питания одинакового напряжения и со сдвигом фаз 60º. Однако можно использовать две фазы вторичной обмотки трехфазного трансформатора [3].

Таким образом, для получения симметричного напряжения можно использовать выше описанную схему. Более того, если в качестве первого источника использовать однофазную сеть, то в качестве второго источника можно применить ту же однофазную сеть, но включенную через полупроводниковый преобразователь.

Список литературы

1. Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Машины переменного тока. СПб.: Питер, 2010. 352 с.

2. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию: Практ. пособие. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1991. - 160 с.

3. Алиев И. И. Асинхронные двигатели в трехфазном и однофазном режимах. М.: ИП РадиоСофт, 2004. 128 с.

Анализ способов устранения сквозных токов в однофазном транзисторном инверторе с цифровым управлением

Чернов Н.С., Благинин Д.В., Благинин Н.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.

Разработка высокооборотного авиационного синхронного генератора повышенной мощности

Чикучинов Е.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дежин Д.С.
МАИ, Москва
chikuchinov96@list.ru

В последнее время тенденции в самолётостроении связаны с повышением уровня электрификации летательных аппаратов, что, в свою очередь, приводит к увеличению мощности и объёма потребляемой электроэнергии на борту самолёта.

Повышение уровня электрификации требует создания высокооборотных генераторов повышенной мощности, которые позволяют уменьшить массогабаритные и увеличить энергетические показатели.

В системах электроснабжения повышенной мощности целесообразно применить синхронных генераторов с электромагнитным возбуждением с непосредственным приводом от авиадвигателей, так как подобные генераторы вырабатывают энергию с необходимыми параметрами без использования дополнительных преобразователей. Особенностью такой системы электроснабжения самолёта является отсутствие сложной и дорогостоящей интегральной привод-генераторной установки. Первичными источниками питания являются авиационные синхронные генераторы, которые установлены непосредственно на коробке приводов авиадвигателя и имеют масляное охлаждение. Масляные системы генератора и двигателя объединены. Генератор обеспечивает номинальные параметры электроэнергии в диапазоне частот вращения от 7200 до 16000 об/мин. При этом частота переменного тока изменяется в пределах 360…800 Гц.

Ротор генератора может выполняться как с явно выраженными, так и с неявно выраженными полюсами. Однако генераторы с электромагнитным возбуждением явнополюсной конструкции ротора не удовлетворяют требованиям прочности и перенасыщают магнитопровод индуктора. Решение этих проблем возможно за счёт перехода на неявнополюсную конструкцию ротора, преимуществом которой является:

1) увеличенный диаметр вала;
2) увеличенная ширина главных полюсов;
3) равномерность рабочего зазора.

В данной работе проведён аналитический расчёт генераторов мощностью 250 кВА с фазным напряжением 240 В и частотой 360…800 Гц с шихтованной явнополюсной и неявнополюсной

конструкцией ротора. Представлены результаты прочностного расчёта валов генераторов. Для проверки результатов аналитического расчёта проведён конечно-элементный анализ магнитного поля в активной зоне машины с использованием программ ELCUT и COMSOL Multiphysics. В режимах холостого хода и номинальной нагрузки получены графики индуцированного ЭДС. Эти результаты также представлены в материалах доклада.

Исполнительные механизмы в системах автоматизированного управления летательного аппарата

Чувиляев О.В., Зайнуллин А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фёдоров Е.Ю.
КНИТУ-КАИ, Казань
ChyvilyevOleg@mail.ru

Современную авиацию невозможно представить без систем автоматического управления. Любое отклонение от нормальной работы системы, фиксируется и устраняется за десятки, а то и доли секунды. С помощью специализированных приборов. В общем случае принцип действия автоматики можно описать следующим образом: источник первичного сигнала фиксирует изменение в системе, с помощью усилителя сигнал передается на логический элемент, откуда поступает управляющий сигнал на исполнительный орган. В некоторых система логический элемент отсутствует.

Первичный источник, как правило, имеет относительно слабый сигнал, поэтому применяют усилители. Усилители по принципы действия делятся на две группы: релейные и магнитные.

Принцип действия релейного усилителя основан на взаимодействии постоянного магнита с полем управляющей обмотки. Реле регистрирует изменение полярности приложенного напряжения. Если ослабить пружину, удерживающую якорек в нейтральном положении, то нейтральное положение его станет неустойчивым. Получаем двухпозиционное реле, "запоминающее" предысторию. Поляризованное реле очень чувствительно к слабым сигналам.

Магнитный усилитель представляет собой статическое электромагнитное устройство. Относительное изменение мощности в нагрузке при подмагничивании значительно превосходит по величине относительное изменение мощности в цепи управления. Можно рассматривать магнитный усилитель как усилитель мощности.

Управление магнитным усилителем осуществляется с помощью маломощных сигналов постоянного тока, которые преобразуются в более мощные сигналы переменного тока, получаемые на выходе усилителя.

Магнитный усилитель относится к числу элементов, которые получили широкое применение в современных авиационных автоматических устройствах и системах. Он испопользуется в качестве:

- усилителя мощности,
- бесконтактного реле,
- модулятора сигналов,
- для различных математических операций в счетно-решающих устройствах (СРУ).

Достоинствами магнитного усилителя являются стабильность характеристик, большой срок службы, отсутствие подвижных контактов, высокая надежность в эксплуатации, низкий уровень собственных шумов, большой коэффициент усиления по мощности и др.

Основным недостатками МУ являются его инерционность и значительная масса, приходящая на единицу мощности.

Область применения: регуляторы напряжения и частоты в системах электроснабжения, системы автоматического управления полетом и автопилоты, сигнализаторы температуры [1].

Самым важным элементом в автоматике является исполнительный механизм, в целом он определяет точность и безотказность работы системы.

Исполнительные устройства – это выходные элементы систем автоматического регулирования. Они воздействуют на органы управления объекта, обеспечивая его стабилизацию или изменение определенных параметров по заданному закону.

Наиболее распространенными исполнительными устройствами являются электродвигатели и электромагниты. Электромагниты отличаются создаваемыми ими значительными начальными и конечными усилиями; быстродействием; простой конструкцией; малыми габаритами; отсутствием вращающихся и контактных устройств, снижающих надежность. Недостатками электромагнитных устройств являются невозможность регулирования скорости перемещения якоря; сложность реверсирования и фиксирования промежуточных положений; значительная масса и потребляемая мощность для преодоления больших усилий.

В качестве источников движения в электродвигательном приводе используются двигатели постоянного или переменного токов. Благодаря возможности получения большого пускового момента, регулирования скорости в широком диапазоне и простоте реверсирования движения наибольшее распространение получили двигатели постоянного тока с самовозбуждением, которые, в зависимости от схемы включения обмотки возбуждения, подразделяются на двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением.

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором легче двигателей постоянного тока примерно на 30%. Поскольку эти двигатели не имеют ЩКУ, их легче охлаждать и они более надежно работают при сильном разряжении, в условиях воздействия пыли, различных паров и жидкостей.

В системах автоматики авиационного оборудования широкое применение нашли однофазные асинхронные двигатели небольшой мощности. Они выполняются в виде двигателей с короткозамкнутым ротором или в виде двигателей с тонкостенным полым ротором.

Область применения: указатели, системы отработки следящих рам в курсовертикалях и инерциальных системах, в аналоговых вычислителях СВС, САУ и др.

Общим недостатком двигателей переменного тока по сравнению с двигателями постоянного тока являются меньшая перегрузочная способность, меньшая кратность пускового момента, худшие регулировочные свойства [2].

Список литературы

1. Петухов Б.Н. Электроснабжение летательных аппаратов. Л.: – ЛКВВИА имени А.Ф. Можайского, 1960. с. 554.

2. Ситников В.Ф. Силовая электроника в системах электроснабжения переменного тока // Электричество. №2. 2008.

Определение эффективной поверхности рассеивания при использовании лазерного излучения

Чуланов А.А.
МАИ, Москва
lansushka@gmail.com

Интенсивно развиваются системы и устройства, работающие в оптическом диапазоне, в том числе и такие, как дальномеры, доплеровские измерители скорости и угла сноса. Эти системы обладают высокой точностью, высокой помехоустойчивостью и электромагнитной совместимостью. Но для точной работы этих систем необходимо иметь представление об эффективной площади рассеивания (ЭПР) объектов и целей.

Эффективная площадь рассеивания – площадь некоторой фиктивной поверхности, расположенной нормально к направлению падающей волны и являющейся идеальным изотропным переизлучателем, который, будучи помещен в точку расположения цели, создаёт в месте расположении приемной станции ту же плотность потока мощности, что и реальная цель. При оценке отражающих свойств объектов можно использовать методы геометрической оптики.

Так как в оптическом диапазоне, по сравнению с радиодиапазоном, длина волны мала, то в природе не существует идеально зеркальных отражающих поверхностей (в отличие от радиодиапазона). Поэтому следует рассматривать только диффузное отражение (средние размеры шероховатостей соизмеримы с длинной волны). При проведении соответствующих математических операций, можно получить математическое описание ЭПР элементарных объектов, например шара.

Предлагается, имея результаты математического расчета элементарных объектов, провести моделирование, позволяющее определить ту же величину ЭПР и сравнить полученные значения с математическим расчетом. При совпадении этих данных можно будет проводить моделирование на более сложных объектах, таких, как летательные аппараты.

Разработка системы генерирования аварийной ветроэлектрической установки

Широков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дежин Д.С.
МАИ, Москва
shniderman@yandex.ru

Повышение надёжности системы электроснабжения самолёта является одной из основных задач развития авиационной техники. В настоящее время широко используется резервирование источников 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.

В работе рассматривается аварийная система генерирования на основе авиационной ветроэлектрической установки, которая обеспечивает электроэнергией устройства и системы, необходимые для посадки самолёта в случае отказа других систем генерирования. Применяемая в настоящее время ветроэлектрическая установка состоит из бесщеточного синхронного генератора с электромагнитным или магнитоэлектрическим возбуждением, 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 недостаточного быстродействия не способен полностью стабилизировать частоту вращения ротора, а способен лишь ограничить диапазон её изменения, вследствие чего накладываются жесткие ограничения на пилотирование самолёта с выпущенной генераторной ветроустановкой.

В докладе представлены результаты аналитического расчёта и проведено сравнение массоэнергетических показателей генераторов с электромагнитным и магнитоэлектрическим возбуждением в системе с электронными статическими преобразователями [2]. Полученные результаты подтверждены конечно-элементным анализом магнитных и тепловых полей в режиме холостого хода и номинальной нагрузки. Разработана конструкция аварийного генератора с постоянными магнитами. Рассматривается новая система стабилизации частоты вращения, основанная на явлении электродинамического торможения.

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

Секция №4.1 Проектирование радиотехнических устройств

Разработка формирователя телеметрического кадра для бортовой радиотелеметрической системы УМРТС «Астра»

Барначук А.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Ушкар М.Н.
МАИ, Королев
alexbarn06@mail.ru

Для обеспечения информационно–телеметрического сопровождения испытаний и штатной эксплуатации изделий ракетно-космической техники силами ведущих отраслевых предприятий Роскосмоса постоянно совершенствуется подход к построению (радио)телеметрических систем и их составных частей. Данный вопрос актуален как в отрасли военной авиационно-космической промышленности, так и в гражданской.

Одной из важных составляющих любой телеметрической системы является устройство сбора, управления и формирования телеметрического кадра. Основные тенденции, которые лежат в основе технических и технологических решений при модернизации существующих и создании перспективных телеметрических систем и их составных частей, характеризуются стремлением разработчиков и потребителей к дальнейшему снижению массогабаритных параметров аппаратуры, оптимизации номенклатуры функциональных блоков (ячеек) – с одной стороны или моноблочным исполнением аппаратуры – с другой.

Устройство формирует выходной телеметрический кадр «Астра»,

«Астра-01» и «Астра-02» в одной из структур («БРС-4», «Скут-40», «Орбита IV») и выполняют следующие функции:

- Сбор сигналов от 79 входов общего назначения;
- Сбор сигналов от 16 пьезоэлектрических датчиков;
- Сбор сигналов от 30 температурных датчиков;
- Прием данных от коммутатора УЛК по интерфейсу RS485;
- Прием данных от внешних абонентов по интерфейсу RS485;
- Прием внешних команд управления аппаратурой;
- Коммутация напряжения питания аппаратуры (бортовой/наземный источники).

В работе рассмотрены назначение, входные и выходные параметры, задачи, показатели назначения характеристики формирователя телеметрического кадра, его функциональная схема и структура в составе бортовой системы УМРТС «Астра».

Проектирование передатчика с амплитудной модуляцией

Беркутова О.А., Ефимов М.С.
Научный руководитель — Краус Д.Г.
УлГТУ, Ульяновск
cool.berkutova2012@yandex.ru

В современных реалиях инженерного образования в России все большую популярность получают виртуальные лабораторные стенды, которые могут в процессе обучения помочь сформировать у обучающихся понимание особенностей разработки устройств в зависимости от условий, заданных в техническом задании для выбора оптимального варианта построения устройства [1]. Одним из этапов построения виртуального стенда является проектирование его узлов, расчет которых проведен по методике, приведенной в [2]. Одним из узлов типового виртуального лабораторного стенда для изучения устройств генерирования, передачи и приема сигналов является передатчик с амплитудной модуляцией (АМ).

Передатчики с АМ применяют для телефонной связи, радиовещания, передачи телевизионных изображений во всех диапазонах радиочастот. Способ получения АМ зависит от назначения, мощности, энергетических и качественных характеристик передатчика. АМ можно осуществить в любом из усилительных каскадов передатчика, если по закону сигнала информации менять фактор модуляции. Энергетические и качественные показатели передатчика зависят от того, какое из

питающих напряжений меняют при модуляции. Различают два основных вида простой модуляции: смещением Ес по входной цепи активного элемента (АЭ) и напряжением питания коллекторной цепи Еп (коллекторная модуляция). Используют комбинированную модуляцию, при которой меняются одновременно несколько питающих напряжений. Передатчики с модуляцией смещением имеют низкий коэффициент полезного действия (КПД), что препятствует их применению в радиовещании, системах профессиональной связи. Такая модуляция используется в телевидении, в канале изображения, где видеосигнал имеет широкую полосу (до 6 МГц). Такой сигнал легче получить в маломощном модуляторе, присущем модуляции смещением. КПД передатчика при этом получается низким. Заданное качество модуляции при возможно более высоком КПД получается при комбинированной модуляции, хотя при этом требуется более сложный и мощный модулятор.

Передатчик строится по схеме с кварцевым автогенератором (АГ) и умножителем частоты (УЧ). Для обеспечения высокого КПД и линейности модуляционной характеристики применим коллекторную модуляцию в двух последних каскадах. Построение структурной схемы начнем с выходного каскада. С учетом потерь в выходной цепи примем мощность, отдаваемую транзистором, равной 34 Вт. На частоте 400 МГц ее может отдать транзистор КТ909Б при напряжении питания 28 В. Это напряжение требуется, однако, только в максимуме модуляции. КПД цепей межкаскадной связи в усилителях СВЧ получается порядка 0,7; большее значение трудно реализовать, поскольку коэффициент трансформации сильно отличается от единицы. Поэтому транзистор предоконечного каскада в максимальном режиме должен отдать приблизительно 11,7 Вт. Такую мощность на 400 МГц могут обеспечить транзистор КТ916А. Однако следует иметь в виду, что мощные транзисторы СВЧ не рекомендуется применять на частотах ниже (0,2÷0,3) fтип. Это связано с понижением их надежности на более низких частотах, повышением вероятности самовозбуждения, а также с относительной дефицитностью более высокочастотных приборов. С другой стороны, при наличии выбора нецелесообразно использовать транзисторы с минимальным усилением (КР=2÷3) – потребуется много каскадов, КПД передатчика будет низок. В диапазоне СВЧ предпочтительнее УЧ по схеме ОБ, обеспечивающий большую мощность и большее усиление, чем по схеме ОЭ. Транзистор КТ904А при напряжении питания 28 В в режиме усиления отдает около 1 Вт на 400 МГц. Можно ожидать, что при выбранном напряжении питания 14 В в режиме УЧ от него будет получена мощность около 0,3 Вт. Поскольку сравнительно дешевы, надежны и просты кварцевые АГ с частотами до 100 МГц, потребуется еще один каскад УЧ – с 75 до 150 МГц. Маломощные каскады выполним на транзисторе ГТ311В. Необходимость включения еще одного маломощного усилителя выясняется в ходе покаскадного расчета с учетом того, что кварцевый АГ может отдать полезную мощность порядка милливатт.

Транзистор каскада УЧ должен отдать мощность, равную 9,8 мВт.

Для задающего генератора выбираем транзистор ГТ311Б.

При выполнении данной работы была разработана и рассчитана структурная схема передатчика с амплитудной модуляцией, а также произведен расчет задающего кварцевого автогенератора. В ходе работы были приобретены навыки расчета структурных схем и каскадов радиопередатчиков.

Список литературы

1. 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. Тамаров П.Г. Расчет и проектирование транзисторных передатчиков: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 85с.

Применение сетей пятого поколения

Габдулхакова Э.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Абдрахманова Г.И.
УГАТУ, Уфа
elzagabdulhakova@mail.ru

Первое и самое важное следствие внедрения сетей 5G – значительное увеличение скорости передачи данных. В ходе предварительного тестирования было зафиксировано достижение пиковых показателей на уровне 25,3 Гбит/с. Если говорить о реальных скоростях, которые ждут обычных пользователей, то в 5G сетях они достигнут 10 Гбит/с. Для сравнения: сейчас максимальная скорость у абонентов в сетях 4G редко превышает 100 Мбит/с. Большая пропускная способность сети будет востребована для прямых трансляций видео высокой чёткости, работы приложений виртуальной реальности, организации систем удалённого обучения [2].

Помимо этого одним из главных отличий сетей пятого поколения станет большое снижение задержек: до десяти раз по сравнению с 4G, в идеале до минимального значения в 1 мс. При этом сохранится обратная совместимость с оборудованием предыдущего поколения [3].

Как следствие, взаимодействие электроники с сетями выйдет на совершенно другой уровень, в частности изменится подход к организации беспилотных автомобилей на дорогах. Благодаря сети 5G можно будет и избежать аварий, и оптимизировать само движение. В будущем машины станут постоянно «общаться» друг с другом благодаря системе беспроводной связи – V2X (Vehicle-to-everything — автомобиль, подключенный ко всему). Эта система представляет собой объединение всех возможных коммуникационных систем автомобиля. Технологии позволят автомобилям обмениваться информацией с различными объектами инфраструктуры, то есть с другими автомобилями, устройствами, дорожными знаками, разметкой, светофорами и пешеходами. Благодаря использованию радиоволн, обмен данными происходит очень быстро. Это означает, что скорость отправки и получения информации гораздо больше, чем при использовании сети GPS или GSM.

Технология V2X позволит улучшить безопасность на дорогах (предотвращение аварий или предсказание опасных ситуаций), повысить эффективность трафика, сократить вредные воздействия на природную среду и обеспечить дополнительные информационные услуги для тех, кто в пути.

Список литературы

1. О технологии 5G. Huawei. com: [сайт]. [2016] URL: www.huawei.com/minisite/russia/5g/.

2. Соколова А. Как 5G изменит нашу жизнь?//Rusbase.ru: [сайт]. [2016], URL: rb.ru/longread/5g-in-russia/.

3. 5G в эволюции автомобилей.// Tadviser.ru: [сайт]. [2018], URL: www.tadviser.ru/a/395038.

Отсечка поля в нерабочей области углов антенны с помощью полупрозрачных экранов

Генералов А.А.
Научный руководитель — д.т.н. Татарников Д.В.
МАИ, Москва
till_-lindemann@mail.ru

Работа посвящена проблеме уменьшения КУ в нерабочей области углов антенны. Эта проблема обусловлена требованиями к помехозащищенности и электромагнитной совместимости. Родственные задачи возникают в области высокоточного спутникового позиционирования. Здесь КУ антенны в области ниже местного горизонта определяет многолучевую ошибку позиционирования. ДН типичной антенны высокоточного спутникового позиционирования в зависимости от угла возвышения имеет максимум в области зенита, плавно спадает к горизонту, может иметь локальные минимумы в области тени и порядка -12.. -15дБ в надире. Диаграмма идеальной антенны должна быть равномерной в рабочей области (верхней полусфере) и равна нулю в зоне тени (нижней полусферы). Для уменьшения ошибки необходимо увеличивать крутизну спада ДН в области пересечении зоны тени. Диаграммы с резкой крутизной спада будем называть ДН с отсечкой. Для уменьшения излучения в зону тени применяются различные экраны. Будем рассматривать экраны, параллельные направлению основного излучения. Рассмотрим дифракцию на идеально проводящей полуплоскости. Вблизи начала координат расположен источник, а на некотором расстоянии b от него расположен идеально проводящий экран. Известно, что возникающие полутеневые поля описываются интегралом Френеля. Однако ранее было показано, что крутизну спада дальнего поля можно увеличить за счет отказа от физически определенной границы свет-тень и придания ребру некоторой степени прозрачности. Рассмотрим теперь двумерную задачу дифракции. Пусть экран состоит из двух частей – идеально проводящей и полупрозрачной (полупрозрачность понимается в смысле выполнения усредненных граничных условий для тонкого слоя и характеризуется поверхностным распределением импеданса Z). Предполагается, что в области открытого пространства импеданс стремится к бесконечности, таким образом осуществляется плавный переход к свободному пространству. Напротив, в области экрана предполагается, что импеданс равен нулю, тем самым полупрозрачная часть экрана переходит в идеально проводящую. В качестве источника слабонаправленного излучения выступает модель в виде двух нитей тока, расположенных вблизи начала координат на малом расстоянии d друг относительно друга. Такой источник формирует слабонаправленную кардиоидную ДН. Рабочей областью источника является область $z>0$ (зона I открытого пространства), нерабочей областью $z<0$ – (2 зона тени). Желаемая граница зоны тени совпадает с осью x. Здесь выделена переходная область, соответствующая угловому сектору альфа относительно желаемой границы свет-тень. Задача состоит в синтезе распределения импеданса,

формирующего ДН с (резкой) отсечкой поля в переходной области, где альфа – некоторый малый угол.

Задачу будем рассматривать для двух типов поляризации источника. В случае Н-поляризации ток источника магнитный, а в случае Е-поляризации – электрический. Профиль импеданса может быть получен аналитически в приближении геометрической оптики. Рассмотрим ситуацию, когда экран расположен на достаточно большом расстоянии в дальней зоне источника. Представим желаемую диаграмму с отсечкой в виде гладкой трансформации диаграммы источника. Будем считать, что желаемая диаграмма совпадает с диаграммой источника в области свободного пространства и обретает отсечку в переходной области. Коэффициент трансформации гамма при этом является чисто действительным, равен нулю в области тени, равен единице в области открытого пространства и гладко переходит из единицы в ноль в переходной области. При описанных предположениях импеданс получается гладким и чисто резистивным. В нем отсутствует реактивная составляющая. Для малого угла альфа взято значение 10 градусов. Распределения для двух типов поляризации практически совпадают. Границы применимости геометрической оптики приближения исследовались численно. Результат синтеза был подтвержден строгим электродинамическим моделированием. Физической реализацией экрана в СВЧ-диапазоне являются сетки с характеристическим периодом много меньше длины волны, в узлы которых включены сосредоточенные компоненты. В качестве источника взята пластинчатая антенна. Экран расположен на расстоянии в одну длину волны от антенны. Протяженность полупрозрачной части – две длины волны. Чтобы сравнить расчеты в двумерном приближении, были введены периодичные граничные условия вдоль оси у. Полученный результат хорошо согласуется с результатами численной процедуры, полученными на MATLAB.

Перспектива развития технологии pd-noma в 5g

Дык Хань Чу
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Казаков Г.Н.
МАИ, Москва
my_love_chuhanh@gmail.com

Количество пользователей сетей мобильной связи постоянно увеличивается. Использование методов ортогонального множественного доступа не позволяет обеспечить высокую пропускную способность радиоинтерфейса для систем мобильной связи 5-го поколения (5G). Сейчас разрабатываются методики неортогонального множественного доступа (NOMA), обеспечивающие лучшую производительность системы, чем методы множественного доступа.

Технологии NOMA могут быть разделены на две категории – мощностное PD-NOMA (PowerDivisionNOMA, PD-NOMA) и кодовое CD-NOMA (CodeDivisionNOMA, CD-NOMA).

В PD-NOMA нисходящей линии связи пользовательское оборудование (UE) использует параметр мощности, чтобы отделить сигналы связи друг от друга. Неортогональность этой схемы позволяет перекрывать сигналы от разных UE для формирования единого передаваемого сигнала, эксплуатируя область власти. Для приема и обработки PD-NOMA сигнала используется приемник, реализующий метод последовательного подавления помех SIC (Serialinterferencecancellation).

В работе проводится анализ следующих задач: сравнение технологий PD-NOMA и OFDM по критериям спектральной эффективности, пропускной способности, вероятности битовой ошибки, а также энергоэффективности.

Показано, что технология PD-NOMA превосходит OFDM по пропускной способности и вероятности битовой ошибки в 1,18-1,2 раза. Однако это достигается за счет увеличения вычислительных затрат при многоступенчатой обработке сигнала. Кроме того, погрешность оценки канала передачи делают невозможным мультиплексирование большого количества абонентов. Выгодным решением является применение метода PD-NOMA на базе OFDM.

Список литературы

1. Крюков Я. В. Формирование и обработка сигналов моноканальных систем связи с разделением каналов по мощности // Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017.

2. Refik Caglar Kizilirmak. Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA) for 5G Networks.

3. Сергиенко А.Б.. Цифровая связь: Учеб. пособие. - СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. - 164 с.

4. Гагаринские чтения–2018: XLIV Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: - / М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018.

Проектирование передатчика с амплитудной модуляцией

Ефимов М.С., Беркутова О.А.
Научный руководитель — Краус Д.Г.
УлГТУ, Ульяновск
efimovmix@mail.ru

В современных реалиях инженерного образования в России все большую популярность получают виртуальные лабораторные стенды, которые могут в процессе обучения помочь сформировать у обучающихся понимание особенностей разработки устройств в зависимости от условий, заданных в техническом задании для выбора оптимального варианта построения устройства [1]. Одним из этапов построения виртуального стенда является проектирование его узлов, расчет которых проведен по методике, приведенной в [2]. Одним из узлов типового виртуального лабораторного стенда для изучения устройств генерирования, передачи и приема сигналов является передатчик с амплитудной модуляцией (АМ).

Передатчики с АМ применяют для телефонной связи, радиовещания, передачи телевизионных изображений. Передатчики с АМ применяют во всех диапазонах радиочастот. Способ получения АМ зависит от назначения, мощности, энергетических и качественных характеристик передатчика. АМ можно осуществить в любом из усилительных каскадов передатчика, если по закону сигнала информации менять фактор модуляции. Энергетические и качественные показатели передатчика зависят от того, какое из питающих напряжений меняют при модуляции. Различают два основных вида простой модуляции: смещением Ес по входной цепи активного элемента (АЭ) и напряжением питания коллекторной цепи Еп (коллекторная модуляция). Используют комбинированную модуляцию, при которой меняются одновременно несколько питающих напряжений. Передатчики с модуляцией смещением имеют низкий коэффициент полезного действия (КПД), что препятствует их применению в радиовещании, системах профессиональной связи. Такая модуляция используется в телевидении, в канале изображения, где видеосигнал имеет широкую полосу (до 6 МГц). Такой сигнал легче получить в маломощном модуляторе, присущем модуляции смещением. КПД передатчика при этом получается низким. Заданное качество модуляции при возможно более высоком КПД получается при комбинированной модуляции, хотя при этом требуется более сложный и мощный модулятор.

Передатчик строится по схеме с кварцевым автогенератором (АГ) и умножителем частоты (УЧ). Для обеспечения высокого КПД и линейности модуляционной характеристики применим коллекторную модуляцию в двух последних каскадах. Построение структурной схемы начнем с выходного каскада. С учетом потерь в выходной цепи примем мощность, отдаваемую транзистором, равной 34 Вт. На частоте 400 МГц ее может отдать транзистор КТ909Б при напряжении питания 28 В. Это напряжение требуется, однако, только в максимуме модуляции. КПД цепей межкаскадной связи в усилителях СВЧ получается порядка 0,7; большее значение трудно реализовать, поскольку коэффициент трансформации сильно отличается от единицы. Поэтому транзистор предоконечного каскада в максимальном режиме должен отдать приблизительно 11,7 Вт. Такую мощность на 400 МГц могут обеспечить транзистор КТ916А. Однако следует иметь в виду, что мощные транзисторы СВЧ не рекомендуется применять на частотах ниже (0,2÷0,3) fтип. Это связано с понижением их надежности на более низких частотах, повышением вероятности самовозбуждения, а также с

относительной дефицитностью более высокочастотных приборов. С другой стороны, при наличии выбора нецелесообразно использовать транзисторы с минимальным усилением (КР=2÷3) – потребуется много каскадов, КПД передатчика будет низок. В диапазоне СВЧ предпочтительнее УЧ по схеме ОБ, обеспечивающий большую мощность и большее усиление, чем по схеме ОЭ. Транзистор КТ904А при напряжении питания 28 В в режиме усиления отдает около 1 Вт на 400 МГц. Можно ожидать, что при выбранном напряжении питания 14 В в режиме УЧ от него будет получена мощность около 0,3 Вт. Поскольку сравнительно дешевы, надежны и просты кварцевые АГ с частотами до 100 МГц, потребуется еще один каскад УЧ – с 75 до 150 МГц. Маломощные каскады выполним на транзисторе ГТ311В. Необходимость включения еще одного маломощного усилителя выясняется в ходе покаскадного расчета с учетом того, что кварцевый АГ может отдать полезную мощность порядка милливатт. Транзистор каскада УЧ должен отдать мощность, равную 9,8 мВт. Для задающего генератора выбираем транзистор ГТ311Б. При выполнении данной работы была разработана и рассчитана структурная схема передатчика с амплитудной модуляцией, а также произведен расчет задающего кварцевого автогенератора. В ходе работы были приобретены навыки расчета структурных схем и каскадов радиопередатчиков.

Список литературы
1. 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. Тамаров П.Г. Расчет и проектирование транзисторных передатчиков: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 85с.

Анализ точности метода векторной аппроксимации в зависимости от расстояния между идентифицируемыми полюсами

Климина И.С., Егорычев Р.О.
Научный руководитель — к.т.н. Шевгунов Т.Я.
МАИ, Москва
climinaira@yandex.ru

Важнейшую роль в радиотехнике играют полюсные модели. Используя их, исследователь может получить большое количество информации о свойствах и характеристиках радиотехнических цепей и систем [1]. Для синтезирования полюсной модели, отображающей свойства радиотехнической цепи с требуемой точностью, необходимо оценивать параметры, решая сложные нелинейные задачи. Поэтому упрощение процесса определения полюсной модели без потери точности вычислений остаётся актуальной задачей.

Существуют различные методы оценивания параметров полюсных моделей, и среди них можно отметить метод векторной аппроксимации (Vector Fitting Method), впервые предложенный в [2]. Данный метод состоит в том, чтобы преобразовать нелинейную задачу оценки параметров модели по известным отсчётам частотной характеристики в итерационную линейную задачу. Для этого выбирается начальный опорный набор полюсов, с помощью которого метод производит дальнейшие вычисления для определения истинных полюсов. Выбор начальных опорных полюсов является важным шагом в работе метода, поскольку этот выбор может существенно повлиять на точность оценки параметров и скорость сходимости итеративной процедуры к оптимальному решению [3]. Полюса, определенные на текущем шаге, становятся опорными для следующего шага. Таким образом, определяются полюса, обеспечивающие наилучшую аппроксимацию частотной характеристики. Признаком сходимости алгоритма являются совпадение опорных и вновь получаемых полюсов. Преимуществом данного метода является его быстродействие и высокая точность оценки параметров, а также сравнительно простой математический аппарат, позволяющий реализовывать его с помощью математических пакетов или языков высокого уровня.

В данной работе было проведено исследование точности работы метода векторной аппроксимации в зависимости от расстояния между двумя парами полюсов. Был поставлен эксперимент по сближению пар полюсов для выявления минимально допустимого расстояния, при котором идентификация полюсов остаётся надёжной. В ходе эксперимента выявлено, что при достаточно малом расстоянии, когда полюса практически совпадают, происходит существенная потеря точности вычислений. Кроме того, при увеличении расстояния между полюсами была обнаружена точка резкого спада точности. Было выдвинуто и проверено предположение о зависимости этой точки от мнимой части полюса.

На основе проведенного исследования можно уточнить границы использования метода векторной аппроксимации в радиотехнических задачах. При правильном задании начальных опорных полюсов данный метод позволяет с высокой точностью определять параметры полюсных моделей. Стоить отметить, что достоверность работы метода падает при избыточном сближении пар полюсов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00484 «мол_а».

Список литературы
1. Валайтите А. А., Садовская Е. В., Шевгунов Т.Я., Использование метода векторной аппроксимации для идентификации полюсной модели широкополосных микроволновых устройств // Журнал радиоэлектроники. 2013. № 9. С. 12
2. B. Gustavsen and A. Semlyen, Rational approximation of frequency domain responses by vector fitting// IEEE Trans. on Power Del.– vol. 14, no. 3– 1999, P. 1052–1061.
3. Шевгунов Т.Я. Применение метода векторной аппроксимации в задачах параметрической идентификации линейных радиотехнических устройств // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2011. №4. С. 45–49.

Диагностика и калибровка многоэлементной фазированной антенной решетки

Мазный А.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Темченко В.С.
МАИ, Одинцово
faust121@mail.ru

Недавние разработки в области радиочастотных приборов позволили использовать технологию фазированных антенных решеток (ФАР) для различного коммерческого применения, например в медицине и связи. Это произошло посредством миниатюризации ФАР, уменьшения стоимости и улучшении технологий на производстве различных радиочастотных компонентов, необходимых для конструирования ФАР. Из-за различий в производстве радиокомпонентов и процессе формирования луча между каналами ФАР возникает относительная ошибка, которую необходимо обнаружить и компенсировать. Для решения данных задач необходимо проводить калибровку и диагностику.

Калибровкой ФАР принято называть процедуру определения характеристик ее каналов для дальнейшего использования в алгоритмах диаграммоформирования. Сам калибровочный процесс для ФАР требует корректировки относительной фазы между одиночными излучателями, чтобы сформировать коллимированный луч антенны. В настоящее время основной интерес представляют «бесконтактные» методы калибровки, когда характеристики отдельных каналов определяются по результатам измерения суммарного поля антенны неподвижным зондом, в ближней или дальней зоне, при установке фазовращателей в различные состояния [1].

Диагностика ФАР состоит в определении непосредственно состояния ФАР, ее реального амплитудно-фазового распределения (АФР) и неисправностей (их местоположения и характера). Результаты диагностики используются для оценки работоспособности ФАР. В том случае, когда решетка окажется неработоспособной, результаты могут быть использованы для компенсации обнаруженных искажений и коррекции АФР с целью максимизации желаемых показателей качества ФАР.

В настоящей работе рассмотрено применение калибровки многоэлементной ФАР методом вращающегося вектора, основанным на чисто амплитудных измерениях [2, 3]. Объект исследования – модель ФАР с априорно заданными ошибками в фазовращателях. На базе модели ФАР проведены анализ точности результатов калибровки в сравнении с эталонной решеткой и последующая диагностика модели.

Список литературы

1. Коротецкий Е.В., Шитиков А.М., Денисенко В.В. Методы калибровки фазированных антенных решеток. // Радиотехника. 2013. №5. С. 95-103.

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 (92). С. 15-21.

3. 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.

Применение сигналов OCDM-OFDM с ППРЧ для предотвращения атак на физическом уровне

Макаренков Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карпухин Е.О.
МАИ, Москва
nik.makarenkov95@gmail.com

Атаки на физическом уровне модели OSI до сих пор остаются актуальной проблемой для современных инфокоммуникационных систем, особенно остро она проявляется в сетях специального назначения.

В работе предложено использовать сигналы OCDM-OFDM с ППРЧ. Применение OCDM-модулятора до начала формирования OFDM-сигнала позволяет определить для каждой поднесущей свой кодовый признак, который к тому же будет ортогонален кодовым признакам других поднесущих.

В ходе работы была создана имитационная модель в среде MATLAB, которая позволила оценить устойчивость сигнала OCDM-OFDM с ППРЧ к ретрансляционным помехам. Результатам

имитационного моделирования подтвердили, что сигналы данного типа имеют высокий уровень помехозащищенности от ретрансляционных помех.

По результатам работы сделаны следующие выводы:

• Сигналы OCDM-OFDM с ППРЧ показывают лучшие показатели помехоустойчивости, чем сигналы OFDM с ППРЧ;

• Сигналы этого типа обладают высокими показателями структурной скрытности;

• Сигналы этого типа устойчивы к воздействию эффекта Доплера;

• Если единственным источником помех в канале является аддитивный белый гауссовский шум, то использование сигналов данного типа не является обоснованным;

• Использование сигналов данного типа приводит к усложнению приемопередающей аппаратуры.

Из этого следует, что данный тип сигналов может найти свое применение в военных и специальных системах связи, для которых важно предотвращать атаки на физическом уровне модели OSI в виде ретрансляционных помех, а также обеспечивать структурную скрытность сигнала.

Список литературы

1. Приступа В.В., Зайцев С.В. Исследование характеристик помехозащищенности беспроводных сетей с сигналами ofdm с внутрибитовой псевдослучайной перестройкой поднесущих частот в условиях установки оптимальных помех. – Киев, Математические машины и системы, 2015. С. 84-95.

2. Лебедев Ю. И. Системы широкополосного доступа 4 поколения: выбор сигнально-кодовых конструкций. – М.: ПЕРВАЯ МИЛЯ, 2010. С. 56-59.

3. Борисов В. И., Зинчук В. М., Лимарев А. Е. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты. – М.: Радио и связь, 2003. 640 с.

4. Бабинцев Е. С., Лянгузов К. А. Структурная скрытность сложного сигнала с ППРЧ //Вестник ижевского государственного технического университета. 2007. С. 57-58.

5. Майков Д. Ю., Вершинин А. С. Влияние эффектов Доплера на OFDM-сигнал. – Казань, Молодой ученый, 2014. С. 175-179.

Широкополосный излучатель антенной системы спутниковой связи

Макаров Д.С., Нгуен Динь То
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Овчинникова Е.В.
МАИ, Москва
DimMak2709@gmail.com

Одним из приоритетных направлений улучшения технических характеристик информационных спутниковых систем является совершенствование антенной техники, устанавливаемой на борту малых космических аппаратов. Для обеспечения функционирования аппаратуры радиолинии передачи информации используются четыре частотных диапазона. Каждый из этих диапазонов перекрывается отдельной антенно-фидерной системой, в качестве которой используются низкопрофильные недорогостоящие слабонаправленные антенны, например плоские печатные (или планарные) антенны на керамической подложке, рекурсивные (фрактальные) антенны и печатные дипольные антенны. Антенные решётки, изготовленные по печатной технологии, обладают хорошими массогабаритными характеристиками, высокой надёжностью и имеют малую глубину.

Применение широкополосных или сверхширокополосных (СШП) антенн в информационных системах позволяет улучшить такие характеристики, как скорость, объем и качество передаваемой информации. На базе таких антенн становится возможной реализация интегрированных многофункциональных бортовых систем.

Широкополосные и сверхширокополосные антенны подробно, рассмотрены и в литературе приведены различные типы излучателей и их конструкции: диполи, монополи, щелевые антенны, антенны Вивальди и др. Антенны в значительной степени определяют энергетический потенциал радиоканала передачи.

Простейшими конструкциями СШП антенн являются диполи. Один из вариантов СШП диполей – «бабочка» и различные ее модификации с прорезями и нагрузками. Антенны типа «бабочка» обладают хорошими частотными характеристиками и характеристиками направленности в широкополосной полосе частот.

Расчет показал, что рассматриваемый в работе излучатель обеспечивает работу в L-, X- и Ku-диапазонах.

Практический интерес представляет работа спутниковых информационных систем в X-диапазоне, так как при этом реализуется более высокая скорость передачи данных.

В докладе приводятся характеристики радиолиний, предназначенных для передачи видеоданных и работающих в X-диапазоне. Антенная решетка системы спутниковой связи обеспечивает работу в диапазоне частот от 8 до 8,4 ГГц. КНД антенны на средней частоте диапазона составляет 15 дБ.

Рассмотрены широкополосные излучатели и антенные решетки систем спутниковой связи. Отмечены достоинства и недостатки существующих антенных систем. Разработаны конструкции широкополосных излучателей. Проведена параметрическая оптимизация излучателей с целью улучшения частотных характеристик согласования и направленности.

Разработаны модели расчета отдельных элементов и решетки из широкополосных излучателей с применением современных пакетов прикладных программ, применяемых для расчета антенн и устройств СВЧ. Определены характеристики направленности и частотные характеристики излучателей, а также схемы построения антенной решетки.

Расчет частоты свободных колебаний функциональных ячеек круглой и кольцевой формы

Нгуен Ван Ту, Ву Хонг Фук, Нгуен Нгок Линь
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Борисов В.Ф.
МАИ, Москва, Вьетнам
nguyenvantu@mail.ru

Одним из важнейших критериев вибропрочности функциональных ячеек на печатных платах с радиокомпонентами является отсутствие в конструкции механических резонансов, определяемое по значению частоты свободных колебаний. В учебно- методической литературе основное внимание уделяется теоретическим моделям функциональных ячеек в виде прямоугольных пластин, при этом расчет частоты свободных колебаний пластин производится по приближенным соотношениям, полученным методом Релея–Ритца. В то же время в ракетно-космической технике широкое применение находят конструкции функциональных ячеек круглой и кольцевой формы, которые хорошо вписываются в мидель корпуса ракеты.

В работе излагается подход к построению теоретических моделей функциональных ячеек круглой и кольцевой форм в виде круглых и кольцевых пластин. Выполнен анализ параметров моделей и их влияние на частоту свободных колебаний. Особое внимание уделено таким параметрам, как количество узловых окружностей и узловых диаметров, условия на краях пластин и параметры материала пластин. Приведены соотношения для расчета частоты свободных колебаний пластин, значения собственных чисел для различных условий на краях пластин. Изложена методика расчета частоты свободных колебаний круглых и кольцевых пластин. Применение методики проиллюстрировано примерами расчета частоты свободных колебаний функциональных ячеек круглой кольцевой форм. Произведена оценка точности моделей расчетом частоты свободных колебаний функциональных ячеек в системе Solidworks.

Исследование новых технологий передачи на нескольких несущих для сетей 5G

Нгуен Кань Конг
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Казаков Г.Н.
МАИ, Москва; Вьетнам
canhcong93@gmail.com

В данной работе рассматриваются характеристики технологий F-OFDM и FBMC, принцип их реализации, анализ достоинств и недостатков.

F-OFDM (Filtered OFDM) – наиболее известный применяемый тип цифровой модуляции со множеством поднесущих. Полоса пропускания фильтра предназначена для определенного поддиапазона; каждый поддиапазон модулируется отдельно с использованием классической модуляции CP-OFDM. F-OFDM не фиксирует длину фильтра, что более удобно для дизайна фильтра и подразумевает небольшую полосу пропускания фильтра.

FBMC (Filter Bank Multicarrier) – технология мультиплексирования на основе применения банка фильтров. По сравнению с CP-OFDM в FBMC не используется циклический префикс, поэтому FBMC может обеспечить высокую спектральную эффективность и значительное снижение внеполосного излучения благодаря высокой избирательности фильтра, который фильтрует каждую поднесущую. В схеме FBMC каждый подпоток информации модулируется OQAM (Offset QAM), называемый также FBMC/OQAM.

В работе был изучен принцип реализации технологий F-OFDM и FBMC для сетей 5G и осуществлено моделирование их в среде Matlab. Результаты моделирования показывают, что по сравнению с традиционной OFDM, FBMC и F-OFDM улучшают спектральную плотность мощности, но ухудшают отношение пик-фактора (PAPR), в то же время F-OFDM улучшает битовую ошибку (BER), то есть каждая из них одни параметры улучшает, другие ухудшает. По итогам, представленным в этой работе, оказалось, что F-OFDM подходит для системы 5G, но чтобы выбрать лучшую технологию для сетей следующего поколения, нам нужно принять другие критерии и исследовать другие технологии.

Список литературы

1. Тихвинский В.О. Оптимальные решения по обеспечению широкополосного доступа в малых и средних населенных пунктах. г. Москва, Российская Федерация, 17-19 февраля 2015 года.
2. Ayesha Ijaz, Lei Zhang, Pei Xiao and Rahim Tafazolli. Analysis of Candidate Waveforms for 5G CellularSystems. Towards 5G Wireless Networks – A Physical Layer Perspective.
3. Bellanger M.G. FBMC physical layer: a primer / M.G. Bellanger et al. January. 2010.
4. Xi Zhang, Ming Jia, Lei Chen, Jianglei Ma, Jing Qiu. Filtered-OFDM – Enabler for Flexible Waveform in The 5th Generation Cellular Networks. People's Republic of China. 2015.
5. Leonardo G. Baltar, Frank Schaich, Markku Renfors and Josef A. Nossek. Computational Complexity Analysis of Advanced Physical Layers based on Multicarrier Modulation.
6. Adnan Zafar. Filter Bank based Multicarrier Systems for Future Wireless Networks.
7. Schaich F., Wild T. Waveform contenders for 5G–OFDM vs. FBMC vs. UFMC // IEEE International Symposium on Communications, Control and Signal Processing (ISCCSP). 2014.
8. Группа электроники Rohde & Schwarz. 5G Waveform Candidates/Application Note. – Режим доступа: https://cdn.rohde-schwarz.com.

Разработка активной фазированной антенной решетки современных РЛС с применением технологии воздушного охлаждения на базе аддитивных технологий

Никуйко С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гвоздарев Р.С.
МАИ, Москва
Neither13@outlook.com

Одним из наиболее перспективных направлений развития антенных устройств является разработка активных фазированных антенных решеток (АФАР). В отличие от пассивных ФАР, они более надежны, могут нивелировать помехи и сразу же создавать помехи радарам противника за счет использования большого количества независимых передатчиков и приемников. АФАР имеют более широкий спектр возможностей по одновременной работе с множеством целей и картографированию местности за счет мгновенно детектируемого сигнала приемником в базовом элементе.

Проведенный анализ конкурентоспособной линейки АФАР большой мощности и диапазона за рубежом выявил, что все разрабатываемые на данный момент устройства имеют ряд существенных недостатков.

В результате работы транзисторных усилителей и монолитных интегральных схем АФАР выделяет огромное количество тепла, которое необходимо рассеивать. Для этого современная тенденция конструирования АФАР предусматривает использование метода жидкостного охлаждения. Применение такого метода негативно сказывается на массогабаритных параметрах изделия, уменьшает показатели надежности и ремонтопригодности данного устройства. Также использование жидкостного охлаждения порождает главную проблему популяризации АФАР – существенное увеличение стоимости конечного изделия.

В свете этого разработка АФАР на базе аддитивных технологий позволит: снизить стоимость конечного продукта за счет более дешевого производства модулей для них; существенно увеличить показатель ремонтопригодности, а также применить воздушное охлаждение для снятия мощности с наиболее температурно загруженных мест. Последнее позволяет рассеивать огромную выходную мощность устройства без использования жидкостного охлаждения, вследствие чего снижаются конечная стоимость изделия и массогабаритные характеристики, существенно вырастут показатели надежности и ремонтопригодности.

Разработка активных фазированных антенных решеток современных РЛС с применением технологии воздушного охлаждения на базе аддитивных технологий является актуальной задачей, позволяющей добиться высоких тактико-технических характеристик изделия и снизить затраты на производство.

Список литературы
1. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л. Устройства СВЧ и антенны. – М.: Радиотехника, 2006. 376 с.
2. Гвоздарев Р.С., Рыжов Д.А. Конструктивные принципы построения инновационной радиолокационной станции (РЛС) активной защиты высокомобильных изделий. Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. 2017. - 629с.
3. Гвоздарев Р.С., Чурдалева Т.И. Анализ конструктивных принципов обеспечения тепловых режимов РЛС //Сборник научных трудов «XLII Международной молодежной научной конференции Гагаринские чтения». Т. 1. – М.: 2016. С. 556.

Сравнение полосно-пропускающего фильтра на объёмных керамических резонаторах с микрополосковым фильтром

Норов Д.А., Лобачёв Н.Ю., Шепелюк М.Ю.
ПАО "Радиофизика", Истра
dim96n@mail.ru

Постоянное совершенствование радиоэлектронной аппаратуры сопряжено с всё более уникальными требованиями к её составляющим. Одним из ключевых элементов в радиоэлектронных устройствах является фильтр, предназначенный для выделения и/или подавления заданных компонентов спектра сигнала [1]. Специализированное программно-математическое обеспечение позволяет без физического изготовления промоделировать СВЧ-устройства с различной топологией и структурой для определения их комплексных характеристик и схем включения.

Целью исследования является сравнение комплексных характеристик полосно-пропускающего фильтра на объёмных керамических резонаторах и микрополоскового фильтра в L-диапазоне частот [2,3].

Решение задачи. В специализированном программно-математическом обеспечении были разработаны 3D-модели керамического и микрополоскового фильтров соответственно, заданы следующие параметры:

• Частотный диапазон 1300-1700 МГц;
• Материалы керамического фильтра: АЛТК, материал покрытия – серебро (удельная проводимость G=6,3*107 См/м);
• Материалы микрополоскового фильтра: АЛТК, материал микрополоски – медь, удельная проводимость G=5,7*107 См/м;
• Внешняя среда – воздух;
• Порты сигнала входа и выхода.

Получены амплитудно-частотные характеристики сравниваемых фильтров, включающие в себя параметры:

• Вносимые потери;
• КСВН;
• Ширина полосы пропускания;
• Уровень подавления.

Полученные результаты исследования:

1. Габаритные размеры микрополоскового фильтра в 6,2 раза больше (по длине), в 2 раза больше (по ширине), но в 3 раза меньше (по высоте) габаритных размеров керамического фильтра;
2. Ширина полосы пропускания микрополоскового фильтра в 2,2 раза больше ширины полосы пропускания керамического фильтра;
3. Вносимые потери в полосе пропускания микроплоскового фильтра на 0.5…1 дБ больше вносимых потерь керамического фильтра;

Список литературы
1. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи. – М.: Связь, 1971. 900 с.
2. Шепелюк М.Ю., Лобачёв Н.Ю., Очков Д.С., Близнюк Л.А., Климза А.А., Михайлова М.Л. Способ изготовления корпуса двухрезонаторного моноблока полосно-пропускающего фильтра // Патент на изобретение RUS 2643381 23.12.2016.
3. Дмитриев Е.Е. Создание в Sonnet узкополосного шпилечного фильтра на микрополоске с настройкой диэлектрическими вставками // СВЧ-электроника: Приложение к журналу "Электронные компоненты". – М.: ИД Электроника. 2018. №1. С. 24-27.

Моделирование процесса проектирования связного АМ-передатчика с помощью нотации IDEF

Патяев А.А., Ляхов Е.Л.
Научный руководитель — Краус Д.Г.
УлГТУ, Ульяновск
skalletta@yandex.ru

Современный процесс создания РЭС предполагает вспомогательный этап моделирования проектируемого устройства. Данный этап открывает дополнительные возможности для решения задач синтеза и анализа РЭС с учётом экономической составляющей процесса разработки [1].

Инструментом рассматриваемого этапа является множество систем моделирования. Цель данной работы состоит в создании модели расчёта связного АМ-передатчика с применением нотации моделирования IDEF0. [2] Для того чтобы рассчитать передатчик, нам понадобятся методика расчёта конкретных блоков передающих устройств [3] и специализированный математический пакет для упрощения расчётов. Для начала расчёта нам необходимы исходные данные, такие как: выходная мощность, несущая частота, диапазон модулирующих частот, индекс модуляции и относительная нестабильность частоты. Сам же процесс расчёта разделим на два больших этапа:

1)Составление структурной схемы передатчика;

2)Расчёт принципиальных схем каскадов передатчика.

На этапе составления структурной схемы определяются тип передатчика и количество необходимых каскадов, из которых он будет состоять. Для достижения необходимой выходной мощности нам понадобятся усилители мощности, для увеличения стабильности передатчика необходимо воспользоваться умножением частоты. Для достижения необходимой относительной нестабильности частоты выберем задающий генератор, который сможет её обеспечить, к примеру, кварцевый автогенератор. Для получения АМ-сигнала нам необходим модулятор в выходном каскаде передатчика. Кроме того, между всеми каскадами передатчика необходимо поставить цепи согласования сопротивлений. Далее необходимо выбрать вид активных элементов, на которых будут основаны перечисленные выше устройства. После этого, согласно специализированной литературе [3], выбираем тип активных элементов, так чтобы коэффициент передачи усилителей мощности был от 15 до 20, коэффициент усиления умножителей частоты – от 12 до 15 и выходная мощность автогенератора составляла бы единицы милливатт.

После определения состава передатчика и расчёта структурной схемы необходимо произвести расчёт каждого каскада в отдельности. На этом этапе нужно рассчитать все токи и напряжения каскадов и убедиться, что они не превышают граничных значений токов и напряжений активного элемента. В противном случае нужно выбрать другой, более подходящий активный элемент и при необходимости произвести перерасчёт структурной схемы. Также на этом этапе определяются номинальные значения остальных элементов каскадов, разделительных и блокирующих.

На этом второй этап расчёта можно считать завершённым. Декомпозиция модели расчёта, представленной в данной работе, предполагает её использование в научно-исследовательской работе студентов, обучающихся по соответствующей специальности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбачев И.В., Бужерак Ю.Э., Краус Д.Г. Анализ процесса проектирования радиотехнических систем //Вузовская наука в современных условиях: Сборник материалов 52-й научно-технической конференции. – Ульяновск, 2018. С.3-5.

2. Похилько А.Ф., Горбачев И.В., Рябов С.В. Моделирование процессов и данных с использованием CASE-технологий. – Ульяновск, 2014.

3. Тамаров П.Г. Расчёт и проектирование транзисторных передатчиков: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 76 с.

Мощный усилитель Ku-диапазона

Подберезный А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Добычина Е.М.
МАИ, Москва
podberezni97@mail.ru

В состав бортового оборудования летального аппарата (ЛА) входит радиолокационная система (РЛС), используемая для решения широкого круга задач. Составной частью радиолокатора является передающий тракт. Рассматривается процесс проектирования мощного сверхвысокочастотного (СВЧ)

усилителя для этого тракта, работающего в импульсном режиме и обеспечивающего необходимый уровень мощности в заданной полосе частот на входе фазированной антенной решетки (ФАР).

Антенные решетки (АР) с механическим сканированием будут использоваться в бортовой аппаратуре еще продолжительное время, благодаря их высокой надёжности на борту ЛА [1]. Однако они требуют очень высоких уровней мощности на выходе передающего тракта, поскольку, имея один высокочастотный вход, посредством сложной распределительной системы обеспечивают необходимое амплитудно-фазовое распределение сигнала по излучающей поверхности, содержащей зачастую от пятисот до тысячи излучающих элементов; кроме того, часть этой мощности рассеивается в этой системе распределения СВЧ-сигнала. Поэтому задача проектирования высокоэффективного малогабаритного усилителя мощности (УМ) СВЧ-сигнала является актуальной.

Показаны основные этапы процесса проектирования усилителя мощности (УМ) Ku-диапазона длин волн от анализа технического задания и выбора элементной базы до процесса выдачи рекомендаций для конструирования всего изделия. Предлагается вариант твердотельного усилителя на самых современных нитридгаллиевых транзисторах с использованием схем сложения, деления СВЧ-мощности [2]. Для обеспечения эффективной импульсной работы используется импульсный вторичный источник питания с управляемыми коммутаторами. Предусмотрен контроль и управление работой УМ с помощью специальной платы управления.

Представлен процесс разработки эскизно-конструкторской документации для изготовления и последующего испытания как отдельных элементов устройства, так и всего УМ в целом. При этом учтены важнейшие вопросы по обеспечению процесса отвода тепла для надежной работы в процессе эксплуатации на борту ЛА. При разработке и конструировании изделия были использованы самые современные средства автоматизированного проектирования и электродинамического моделирования элементов УМ и всей конструкции в целом.

Таким образом, выполнена важная работа, показавшая возможность создания высокоэффективного, твердотельного УМ для передающего тракта импульсной РЛС на борту ЛА. Полученные результаты могут быть использованы для разработки аналогичных устройств других диапазонов частот с более высокими уровнями выходной мощности.

Список литературы

1. Добычина Е.М., Харалгин С.В. Волноводно-щелевая антенная решетка Ku-диапазона длин волн // Материалы XLII международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения-2016» 12-15 апреля. М., 2016. С. 502-503.

2. Снастин М.В., Добычина Е.М. Схемы построения мощного усилителя X-диапазона бортовых радиоэлектронных систем // Антенны. 2014. № 2 (201). С. 45-52.

Устранение недостатков аналитического расчёта узкополосных цепей согласования с помощью визуального проектирования на основе электронной диаграммы Вольперта – Смита

Сахарчук В.В., Ильин Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
slavochcagood@mail.ru

Вопросы взаимного согласования отдельных цепей и узлов электронных устройств диапазона СВЧ были и остаются одними из самых актуальных для проектировщика радиоэлектронных средств в связи с активным развитием мобильной и стационарной связи, телекоммуникационных систем сетей, систем удалённого доступа и управления.

К особенностям диапазона СВЧ относятся активное проявление комплексных сопротивлений не только на входе и выходе электронного устройства, но и на уровне электрических и топологических цепей, различия между которыми (рассогласование) приводят к потере полезной мощности, нарушению функционирования, искажению передаваемого и принимаемого (обрабатываемого) аналогового и цифрового потоков.

Для устранения этих негативных явлений в практике проектирования широко используются узкополосные низкочастотные LC (НЧ LC) и высокочастотные CL (ВЧ CL) цепи согласования, осуществляющие трансформацию комплексных сопротивлений с целью их взаимного согласования.

В настоящее время существует несколько аналитических моделей для расчёта номиналов реактивных компонентов, входящих в состав согласующей цепи. При использовании вычислительной техники аналитические модели обладают несомненным достоинством, т.к. позволяют оперативно и

очень точно рассчитать разные конфигурации согласующих цепей и предоставить проектировщику реализуемые на практике варианты.

Такой аналитический подход, обеспечивающий комбинированный расчёт взаимной пары узкополосных цепей согласования LC/CL и предоставляющий проектировщику информацию об истинных номиналах активного и реактивного сопротивлений (о номиналах ёмкости или индуктивности) при их последовательном и параллельном включении при наличии информации только о комплексных импедансах, активно используется в лабораторном практикуме, курсовом и дипломном проектировании студентами направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (профиль подготовки «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем Рыбинского государственного авиационного технического университета им. П.А. Соловьёва.

Аналитическая комбинированная модель реализована в системе MathCAD, позволяет наглядно отображать математические вычисления и логику переходов при расчёте номиналов взаимно обратной пары LC/CL согласующих узкополосных цепей. Модель дополнена анализом эффективности использования той или иной цепи и позволяет получить и отобразить результат в виде компактной матрицы, содержащей цифровые результаты, обозначения и комментарии.

Вместе с тем, Ф. Смит (Phillip Hagar Smith), например, в книге «Круговые диаграммы в радиоэлектронике» указывает, что для согласующих звеньев «L-типа» (узкополосных Г-образных звеньев, состоящих из двух компенсирующих друг друга реактивностей L и C) существуют «недосягаемые зоны», которые проявляются при больших значениях активной и реактивной составляющих комплексного сопротивления. Несмотря на редкое проявление таких значений, на практике они всё же встречаются.

Попытка рассчитать аналитическим методом номиналы реактивных компонентов для согласования комплексных сопротивлений «ёмкостного характера» позволяет получить корректные значения для НЧ LC, но терпит фиаско при расчёте ВЧ CL, предлагая в качестве компенсатора индуктивного сопротивления относительно большое значение ёмкости. При схемотехническом моделировании и оценке такой цепи в САПР, например в пакете AVR, становится ясно, что она не обеспечивает требуемое согласование, т.к. параметры S11 и VSWR оказываются неудовлетворительными.

Использование в качестве инструмента визуального проектирования СВЧ-цепей электронной диаграммы Вольперта – Смита, например программы Smith V3.10, разработанной профессором Бернского университета прикладных наук Фритцем Деллспергером (Fritz Dellsperger) и доступной для широко использования в демонстрационной версии на личном сайте http://www.fritz.dellsperger.net, позволяет избежать ошибок и получить корректный результат проектирования. В этом случае попытка компенсировать параллельную индуктивность последовательной ёмкостью (движение против часовой стрелки) приводит к тому, что построение траектории согласования путём её «приведения» к требуемой точке на комплексной плоскости оказывается не осуществимым. Это движение заканчивается на правой границе горизонтальной оси круговой диаграммы, т.е. на нулевом номинале ёмкости, в то время как комплексно-сопряжённая точка завершения находится выше, в «индуктивной зоне». Инструмент построения траектории согласования электронной диаграммы блокирует движение, заставляя проектировщика изменить начальное направление на противоположное, перейдя от последовательной ёмкости к последовательной индуктивности, т.е. к реализации полностью индуктивной цепи вида LL.

Аналогично формируется и переход к полностью ёмкостной цепи вида CC.

Применение обоих взаимно дополняющих способов проектирования позволяет добиться высокого качества разработки.

Проектирование радиовещательного передатчика с амплитудной модуляцией

Сидорычев В.А.
Научный руководитель — Краус Д.Г.
УлГТУ, Ульяновск
vaz21102002vaz@gmail.com

Проектируемый передатчик должен гарантировать надежную передачу однополосного сигнала с наименьшими потерями [1]. В качестве модуляции был выбран амплитудный способ. Передатчики с амплитудной модуляцией (АМ) применяют для телефонной связи, радиовещания, передачи телевизионных изображений во всех диапазонах радиочастот. Способ получения АМ зависит от назначения, мощности, энергетических и качественных характеристик передатчика. При

амплитудной модуляции передаваемый сигнал через модулятор воздействует либо на усилитель мощности, либо на один из каскадов промежуточного усиления.

Для реализации заданных характеристик передатчик был построен по схеме с кварцевым автогенератором и умножителями частоты.

Расчет структурной схемы проводим, согласно [2], при частоте задающего генератора 6 МГц. В предвыходном усилителе используем транзистор КТ907А, выходная мощность которого 14 Вт, коэффициент усиления мощности – 20, напряжение питания 28 В. В удвоителе частоты используем транзистор КТ602А, постоянная рассеиваемая мощность коллектора которого 0,85 Вт, коэффициент усиления мощности – 20, напряжение питания 15 В.

В качестве буферного усилителя (БУ) использован истоковый повторитель на базе полевого транзистора КП103Л. Он имеет преимущество в виде малого выходного сопротивления при сохранении приближенного постоянства тока истока. Коэффициент усиления БУ положим равным 20, напряжение питания 15 В. В задающем генераторе используем транзистор 2Т368Б9, напряжение питания 15 В.

Так как несущая частота передатчика не превышает 15 МГц и требуется высокая стабильность частоты, то для расчета кварцевого генератора была выбрана емкостная трехточечная схема. Такая схема представляет собой автоколебательную систему, в которой кварцевый резонатор в виде индуктивного сопротивления включается между коллектором и базой транзистора.

При разработке данного проекта была разработана и рассчитана структурная схема радиовещательного передатчика с амплитудной модуляцией, а также произведен расчёт задающего кварцевого автогенератора и буферного усилителя.

Список литературы

1. Похилько А.Ф.. Горбачев И.В.. Рябов С.В. Моделирование процессов и данных с использованием CASE-технологий. – Ульяновск, 2014.

2. Тамаров П.Г. Расчет и проектирование транзисторных передатчиков: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 85с.

Исследование и разработка конструкции малогабаритной БРЛС непрерывного действия

Сиротинский Е.А., Пантелеев Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ушкар М.Н.
МАИ, Москва
sirotinskijegor@gmail.com

Актуальность разработки и исследования малогабаритных бортовых РЛС (БРЛС) связана со стремительным развитием малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (МБПЛА). Имеющиеся образцы БРЛС не пригодны для использования их на МБПЛА: массогабаритные и другие характеристики не позволяют установить существующие радары на беспилотные носители.

Особенностью разработки БРЛС является выбор варианта конструкции, который бы удовлетворял жестким требованиям по массе и габаритам, обеспечивал требуемую механическую прочность, требуемый тепловой режим, а также условия электромагнитной совместимости (ЭМС). Использование системного подхода при разработке радара и носителя как единого целого позволило добиться необходимых результатов.

Разработка конструкции БРЛС включает в себя решение следующих задач:

1) В системе автоматизированного проектирования (САПР) Solid Works разработка и сравнение моделей (в том числе и конструктивных материалов) отдельных блоков БРЛС и их сборочная модель;

2) Разработка расчетных моделей для анализа теплового режима усилителя мощности СВЧ (как наиболее теплонагруженного модуля БРЛС) и анализа механических свойств конструкции БРЛС с помощью средств САПР SolidWorks модуля Flow Simulation и Simulation, соответственно;

3) Проведение теплового и механического анализа конструкции БРЛС;

4) Выбор варианта конструкции БРЛС (в том числе выбор конструктивных материалов отдельных блоков и узлов) по результатам проведенного анализа.

Работа выполнена в рамках проекта "Создание научно-технического задела в области построения унифицированной миниатюрной бортовой радиолокационной целевой нагрузки малоразмерных беспилотных летательных аппаратов для мониторинга ледовой обстановки при строительстве и эксплуатации нефтегазовых платформ", выполняемого НЦ СРМ МАИ по заказу Минобрнауки Российской Федерации.

Моделирование процесса расчёта автомобильного ЧМ-передатчика с применением нотации моделирования IDEF0

Судаков Д.А.
Научный руководитель — Краус Д.Г.
УлГТУ, Ульяновск
Bellear@mail.ru

Моделирование процессов производственной деятельности является начальным шагом многостадийного процесса проектирования, создания, эксплуатации и модернизации информационных систем [2]. Данный этап открывает дополнительные возможности для решения задач синтеза и анализа РЭС с учётом экономической составляющей процесса разработки [1].

Целью данной работы является создание модели расчета задающей части автомобильного частотно-модулированного (ЧМ) передатчика с применением нотации моделирования IDEF0.

Для расчета передатчика выбрана методика расчёта конкретных блоков передающих устройств [3] и исходные данные: выходная мощность, несущая частота, диапазон модулирующих частот, индекс модуляции и относительная нестабильность частоты.

Требования, предъявляемые к передатчику, можно обеспечить при разных вариантах его схемы. Для реализации заданных характеристик был выбран передатчик, построенный по схеме с кварцевым автогенератором и множителями частоты. В ходе работы необходимо произвести расчет структурной схемы ЧМ-передатчика, а также расчет задающего генератора и буферного усилителя передатчика.

Расчет структурной схемы ЧМ-передатчика проводится с целью получения общего представления о свойствах генерируемого сигнала на каждом этапе его генерирования и усиления. Также на этом этапе расчета производится подбор активных элементов для каждого каскада формирования сигнала.

В ходе расчета буферного усилителя была выбрана схема эмиттерного повторителя [4], произведена проверка правильности выбора в расчете структурной схемы активного элемента и минимального напряжения питания, были рассчитаны номиналы пассивных элементов выбранной схемы.

В качестве задающего генератора был выбран кварцевый автогенератор. Применяется трехточечная схема, в которой кварцевый резонатор включен в цепь обратной связи. Подобное включение КР позволяет реализовать режим автогенерации с малыми значениями мощности и долговременной нестабильностью частоты.

Список литературы

1. 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.

2. Похилько А.Ф., Горбачев И.В., Рябов С.В. Моделирование процессов и данных с использованием CASE-технологий. – Ульяновск, 2014.

3. Тамаров П.Г. Расчет и проектирование транзисторных передатчиков: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 76 с.

4. Устройства генерирования и формирования радиосигналов: Учебник для вузов/Л. А. Богачев и др.; Под ред. Г. М. Уткина, В. Н. Кулешова и М. В. Благовещенского. – 2-е изд, перер. и доп. – М.: Радио и связь, 1994. – 416 с.

Реализация Jabber-сервера для создания информационного взаимодействия в корпоративной (локальной) сети

Тананаева А.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Михайлов В.Ю.
МАИ, Москва
tananaeva13@mail.ru

В современном информационном пространстве одним из основных вопросов является осуществление безопасного оперативного взаимодействия (в реальном времени) в условиях разнородной среды. Это может быть передача текстовых и медиасообщений, проведение аудио- и видеоконференций, создание, поддержка динамических и статических объединений пользователей по одному или набору признаков (группы), способность отслеживать состояние передаваемых данных и ряд других вариантов использования системы. При этом должен решаться вопрос масштабируемости системы, т.е. добавление новых служб без пересмотра всей архитектуры и простота подключения пользователей к системе.

При обеспечении оперативного взаимодействия пользователей требуется решать следующие задачи: надежная и отложенная доставка, «состояние» пользователя, работа в группах, передача медиафайлов и др. Вышеуказанные требования удовлетворяются в полной мере протоколом, построенным на стандарте XMPP. Помимо этого, он обладает полным набором средств безопасности, используется в некоммерческих версиях для Linux и удобен в простоте сопровождений.

Расширяемый протокол обмена сообщениями и информацией о присутствии XMPP (eXtensible Messaging Protocol and Presence) располагается на прикладном уровне стека протоколов. Протокол XMPP стандартизован и по умолчанию использует в качестве транспорта протокол TCP. Основная цель протокола XMPP – обеспечение связи (communication) в реальном времени (мгновенная передача сообщений (Instant Messaging, IM), предоставление информации о присутствии (presence), организация и управление каналами связи, а также решение задач аутентификации, предоставление средств для организации защищённого канала и проверки целостности сообщений. Широкое распространение на сегодняшний день и большие перспективы на будущее обеспечиваются за счёт использования в качестве основы языка XML (eXtensible Markup Language). Последний фактор позволяет говорить о возможности объединения пользователей в единое информационное пространство (единая логическая среда) в условиях разнородной (гетерогенной) среды. Особенность протокола в части расширяемости и его открытости позволяет организовывать собственные (нестандартные) протоколы на базе XMPP с помощью расширений XEP.

Цель работы заключается в установке и настройке сервера "мгновенных сообщений" на основе протокола XMPP (jabber) для информационного взаимодействия внутри локальной сети (кафедры).

Jabber-сервер работает на Linux Debian 9. Применяется сервер Jabberd2. Jabberd2 – это стабильный, масштабируемый и высокопроизводительный Jabber-сервер (свободное ПО). Сервер jabberd2 облает рядом достоинств: нетребовательность к ресурсам, относительная простота настройки, полная поддержка SASL, а также поддержка сервером многопользовательских конференций, которая реализована в виде отдельного проекта. Сервер написан на C, за счёт этого быстр и не зависим от потенциальных проблем, которые могут возникнуть на нижнем уровне.

Этапы развертывания Jabber-сервера представляют собой инсталляцию и настройку необходимых библиотек: OpenSSL, СУБД MySQL, Jabberd2, DNS и другие дополнительные пакеты. Компоненты настраиваются с помощью своего собственного конфигурационного файла. Особое внимание уделяется настройке и политике безопасности (разграничение доступа, правил для паролей и тд.).

Для коммуникации в сети через сервер используются XMPP-клиенты. Пользователи в зависимости от своих целей могут использовать существующие клиентские решения, которые поддерживают соединение с Jabber, такие как для ПК и мобильных ОС (Android и IOS) – Miranda, Pidgin, Xabber и др.

Результатом работы является реализация Jabber-сервера на учебной площадке кафедры. Данный сервер позволяет осуществлять администрирование (регистрировать и удалять на нем пользователей), реализовывать информационное взаимодействие между клиентами внутри локальной сети и взаимодействовать с другими серверами XMPP. Расширяемость протокола XMPP дает возможность добавлять новые возможности использования Jabber-сервера.

Список литературы

1. Проблемы безопасного информационного взаимодействия в распределенной среде / Р.Б. Мазепа, В.Ю. Михайлов, Е.В. Витомский и др; Под ред. Р.Б. Мазепы и В.Ю. Михайлова – М.: МАИ-ПРИНТ, 2009. – 260 с.

2. М. Джонс. Знакомство с протоколом XMPP-2010. URL: https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/x-xmppintro/index.html

3. A. Bagul. Configure jabber (jabberd2) – 2009. URL: http://www.indiangnu.org/2009/how-to-configure-jabber-jabberd2-with-mysqlpam-as-auth-database/

Моделирование при проектировании АМ-передатчика

Трошкин В.А.
Научный руководитель — Краус Д.Г.
УлГТУ, Ульяновск
xpwe@yandex.ru

В работе ставилась цель проектирования самолетного АМ-передатчика, удовлетворяющего заданным требованиям: несущая частота f =7 МГц, мощность передатчика P_a =10 Вт.

Современные передатчики в большинстве случаев строятся по многокаскадной схеме. Колебания создаются задающим генератором (возбудителем), который обеспечивает необходимую стабильность

частоты передатчика. Мощность задающего генератора обычно бывает очень малой, чтобы разогрев отдельных элементов и деталей незначительно влиял на частоту генерируемых колебаний. Полученные колебания усиливаются несколькими каскадами промежуточного усиления. Часто здесь же происходит умножение частоты генерируемых колебаний.

Выходной каскад – усилитель мощности – создает необходимую мощность передатчика. Затем колебания через фильтр отфильтровывают все побочные частоты, и сигнал направляется в антенну.

Для упрощенного расчета АМ-передатчика можно пользоваться следующим порядком действий: расчет структурной схемы, расчет мощностей каждого каскада, выбор активных элементов (отталкиваясь от мощности), расчет согласующих, блокировочных и разделительных цепей.

При выборе активного элемента в каждом каскаде придерживались как технических параметров, необходимых для решения поставленной задачи, так и экономически выгодных решений.

После расчетов получаем готовую модель передатчика в виде структурной схемы с известными параметрами. Но важно ещё и расположение каскадов в готовом изделии, чтобы они как можно меньше влияли на стабильность частоты. Также необходимо обеспечить нормальное охлаждение активных элементов, это залог долгой и стабильной работы готового изделия.

Моделирование играет важную роль при проектировании и эксплуатации различных устройств. С его помощью можно сделать прогноз будущей работы устройства, на которое в дальнейшем можно влиять, с учетом изменения непостоянных характеристик системы.

Проектирование передатчика – это только начало, на следующих этапах требуется наладка и настройка передающего устройства. Дальность передачи во многом зависит от согласованности антенны и передатчика. По возможности, нужно устанавливать базовую станцию на возвышенности. С увеличением высоты установки антенн дальность связи увеличивается благодаря уменьшению поглощения сигнала подстилающей поверхностью и увеличению расстояния радиовидимости.

Список литературы

1. Тамаров П.Г.Расчет и проектирование транзисторных передатчиков: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 76 с.

2. Ефимов А.В. Авиационная радиоэлектроника: Учеб. пособие для вузов. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2003.

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.

Разработка Модели нарушителя и Модели угроз для объекта информатизации

Усачева Н.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Куприянов А.И.
МАИ, Москва
argueles@mail.ru

Одной из актуальных проблем при разработке системы защиты информации объекта информатизации является создание Модели защиты. Модель защиты разрабатывается на основе анализа угроз и выявления нарушителей, а также выработки механизмов защиты объекта информатизации и включает в себя Модель угроз и Модель нарушителя.

Модель защиты предназначена для специалистов по защите информации, руководителей организаций и предприятий, организующих и проводящих работы по защите информации в ключевых системах информационной инфраструктуры в целях разработки мероприятий по обеспечению безопасности информации, контролю и подготовки исходных данных для оценки эффективности принятых мер и средств защиты информации.

В Модели защиты определяются перечень и характеристики основных угроз безопасности информации на объекте информатизации, которые должны учитываться в процессе организации защиты информации, проектирования и разработки систем защиты информации, проведения проверок (контроля) защищенности объекта информатизации.

Нормативная документация дает общее представление о содержании данного документа и определяет только содержание Модели нарушителя и Модели угроз. На данный момент существуют Базовые модели для персональных данных, ключевых систем информационной инфраструктуры.

Целью работы является выработка новых подходов к реализации Модели угроз и Модели нарушителей для объекта информатизации. В ходе выполнения данного проекта был проведен глубокий анализ существующей документации, среды разработки, существующих аналогов. После проведения анализа были выработаны новые подходы к формированию Моделей угроз и Модели

нарушителя для объекта информатизации. На основе практического изучения среды разработки выработаны критерии отбора и сформированы Модели угроз и нарушителей.

Список литературы

1. ГОСТ Р 50922-2006 «Защита информации. Основные термины и определения».
2. ГОСТ Р 51275-2006 «Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения».
3. ГОСТ РВ 51987-2002 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Требования и показатели качества функционирования информационных систем. Общие положения».
4. Методические рекомендации ФСБ РФ, №149/54-144 от 2008г.
5. Руководящий документ «Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» Утвержден Заместителем директора ФСТЭК России 15 февраля 2008 г.
6. Руководящий документ «Рекомендации по обеспечению безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры» Утвержден Заместителем директора ФСТЭК России 18 мая 2007 г.
7. Руководящий документ «Базовая модель угроз безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры» Утвержден Заместителем директора ФСТЭК России 18 мая 2007 г.

Измерение коэффициента отражения радиопоглощающих материалов в свободном пространстве

Belyackov V.A.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Темченко В.С.
МАИ, Москва
belyackov-vladimir2012@yandex.ru

При производстве радиопоглощающего материала требуется быстрое и достоверное измерение образцов в связи с тем, что в безэховых камерах измерения дорогостоящие из-за необходимости большого количества радиопоглощающего материала. Поэтому разрабатываются методики измерения характеристик радиопоглощающих материалов в свободном пространстве, которые имеют следующие преимущества: низкая стоимость, быстрота и простота измерения.

Целью работы являлась разработка методики измерения радиопоглощающего материала в свободном пространстве.

Радиопоглощающим материалом может быть пирамидальный резиноподобный материал или листы асбеста, содержащие смесь железа и графита. Радиоволны, попадая в такой материал, должны максимально затухать, отдавая свою энергию в тепло, и лишь малая часть отразится обратно.

Измерение коэффициента отражения радиопоглощающих материалов осуществляется при нормальном падении электромагнитной волны на плоскость образца в СВЧ-диапазоне длин волн.

Перед передачей радиопоглощающего материала потребителю определяют его радиотехнические характеристики: коэффициент отражения; индикатриссу рассеяния, особенно следует выделить коэффициент прохождения, удельную поглощающую мощность.

Также в работе рассматривается влияние определенных параметров на методику измерения радиопоглощающего материала современной аппаратурой, продемонстрирована работоспособность этой методики при измерении существующих образцов в свободном пространстве.

Повышение точности пеленгации наземных малоразмерных целей в РСА за счёт вращения фазового центра реальной антенны

Агафонов К.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ясенцев Д.А.
МАИ, Москва
agafonov.k.v@mail.ru

Одной из основных задач, стоящих перед радиолокационными системами с синтезированием апертуры антенны (РСА), является обнаружение малоразмерных наземных и надводных целей. Эта задача решается путём длительного когерентного накопления сигнала при поступательном движении носителя РСА. Такая обработка позволяет существенно повысить угловую разрешающую способность РСА по сравнению с обычными РЛС, использующими режим картографирования реальным лучом.

Однако при решении задач, связанных с поражением наземных целей, требуется еще и определение относительных координат обнаруженных целей, как неподвижных, так и движущихся. При применении систем высокоточного оружия ошибки прицеливания должны быть соразмерны с размерами целей, что, учитывая небольшие габариты типовых наземных объектов удара (единицы метров), требует обеспечения высокой точности определения дальности до цели и её углового положения.

Аналогичные задачи по определению относительных координат наземных малоразмерных целей возникают и в случае определения местоположения носителя РСА с использованием полученного радиолокационного изображения (РЛИ). В этом случае ошибки определения координат носителя РСА будут во многом определяться ошибками оценки относительных координат ориентира, по которому решается навигационная задача.

Использование поступательного движения носителя РСА для повышения угловой разрешающей способности имеет наряду с преимуществами и недостаток – зависимость разрешающей способности РСА от угла визирования в горизонтальной плоскости при фиксированном времени когерентного накопления сигнала. Это, в частности, не позволяет получать высокодетальные радиолокационные изображения в угловом секторе, близком к направлению полёта носителя РСА. Решение задачи

формирования высокодетального РЛИ в переднем секторе обзора позволило бы повысить возможности информационного обеспечения летательных аппаратов.

При использовании РСА для носителей вертолётного типа возможно получение высокодетального РЛИ подстилающей поверхности в переднем секторе обзора, что достигается за счёт использования вращательного движения несущего винта носителя для формирования синтезированной апертуры.

Для повышения точности оценки угловых координат обнаруженных целей предлагается использовать амплитудную моноимпульсную обработку выходных сигналов РСА, получаемых в результате картографирования подстилающей поверхности. В работе приводится описание алгоритма обработки, позволяющего повысить точность оценки углового положения цели, и исследуется его эффективность при различных условиях наблюдения наземных целей.

Разработка имитатора оптико-локационной станции в режиме контроля

Беньковский В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ушкар М.Н.
МАИ, Москва
benkovskiivlad@mail.ru

При разработке оптико-локационной станции необходимо обеспечить работоспособность самого изделия на всем его жизненном цикле. Для решения такой важной задачи необходимо прогнозировать возможные отказы и сбои, а также выполнять контроль состояния изделия.

Для этого в режимы локационных станций внедряется специальный режим контроля, который позволяет выдавать признаки исправности или неисправности изделия. Однако возможно создать систему контроля, которая могла бы кроме оценки «годен/не годен» выдавать информацию о параметрах в графической форме в действующих значениях и/или отклонениях контролируемого параметра от заданной величины, с последующим документированием в форме протокола и отображением всей информации на экране ЖК-монитора.

Для создания такой системы контроля была проделана следующая работа:

1. разработан интерфейс с возможностью авторизации оператора;
2. добавлена возможность создавать, изменять или удалять циклограммы проверок;
3. встроен режим самоконтроля для тестовой проверки устройств, входящих в систему контроля;
4. созданы режимы для зацикливания параметров и перехода к нужному параметру;
5. осуществлены режимы проверки: ручной, полуавтоматический и автоматический;
6. написано программное обеспечение для возможности соединения системы программного контроля с дополнительным пультом второго оператора (дополнительный пульт необходим для упрощения работы со вторым оператором);
7. обеспечен вывод результата контроля по окончании проверки;
8. добавлена возможность протоколирования процесса контроля и вывод его на печать;
9. создана последовательность контроля для обеспечения полноты контроля не менее 0.9;
10. по последовательности контроля, удовлетворяющей всем условиям, создана циклограмма проверки оптико-локационной станции.

Создано приложение, расширяющее предполетный контроль оптико-локационной станции до самостоятельной системы контроля по эталонному значению. Такая система позволит осуществить автоматизированный контроль оптико-локационной станции, а также других систем самолета без ее демонтажа, что позволит отойти от габаритных установок, осуществлять протоколирование результатов контроля с выводом отчета на печать; кроме того, система контроля будет иметь возможность устанавливаться на персональный компьютер.

Сравнение методов поиска оптимальных длин кодовой и информационной последовательностей линейного сетевого кода

Бритвин Н.В.
Научный руководитель — к.т.н. Карпухин Е.О.
МАИ, Москва
britvin.nickita@yandex.ru

Метод сетевого кодирования позволяет оптимизировать процесс передачи информации путем восстановления потерянных пакетов без осуществления дополнительных перезапросов. Однако накладные расходы, которые вносит данный метод кодирования, приводят к увеличению задержек,

длины очереди и повышению вероятности отказа в обслуживании сетевой инфраструктуры, снижая эффективность наиболее распространённых методов защиты телекоммуникационной системы. В связи с этим необходимо найти оптимальные длины кодовых и информационных последовательностей, при которых введенная избыточность не будет существенно увеличивать потери пакетов, что позволит повысить устойчивость соединения и уменьшить время сборки данных на получателе.

Осуществить вышесказанное можно несколькими способами. В первую очередь, это получение необходимых результатов путем имитационного моделирования с различными моделями каналов (АБГШ, ДСК, Релея или Райса). Такой способ позволяет эффективно вычислять параметры кода N (длина кодовой последовательности) и K (длина информационной последовательности) для характеристик сетей, в которых работают пользователи. Построение 3-мерного графика зависимости скорости кода от параметров N и K наглядно демонстрирует оптимальный набор точек, для которых скорость кода будет близка к максимальной. Следующий шаг состоит в алгоритмизации нахождения оптимума в заданном диапазоне скорости кода R для минимизации времени сборки пакетов при R, близком к максимально возможному.

Второй метод – аналитический, предполагающий использование программной модели. Его основная идея состоит в том, чтобы определить вероятность успешного декодирования данных при заданной вероятности искажения пакета в сети. За основу взято биномиальное распределение, которое позволяет найти взаимосвязь между параметрами N, K и вероятностью потери пакета в сети. В таком случае поиск оптимальных параметров N и K будет состоять в том, чтобы определить вероятность потери пакета и скорость кода при заданной вероятности искажения пакета. Стоит также отметить, что для получения результатов с высокой точностью следует использовать в программной модели переменные большой разрядности, иначе достоверность полученных данных будет не велика. Получив набор данных с оптимальными параметрами и верифицировав их с результатами работы имитационной модели, можно судить об эффективности такого подхода. В случае успеха, когда имитационные и аналитические результаты будут схожи, мы сможем внедрить данный метод непосредственно в сетевой кодек для получения оптимальных параметров N и K, тем самым повысив эффективность кода. Это позволит динамически оценивать оптимальную длину кодовых и информационных слов кода без необходимости выделения дополнительной памяти в виде статичной таблицы с N и K параметрами. Стоит также отметить, что не надо забывать и про накладные расходы, связанные с вычислительными ресурсами, так как увеличение точности приведет к снижению производительности.

Подводя итог, отметим, что аналитический способ не позволяет использовать коррелированные потери пакетов, которые характерны для каналов с замираниями и перегрузок в сетях. В то же время такой подход демонстрирует возможность быстрого получения большого числа оптимальных значений. Имитационное моделирование наглядно показывает полученные результаты, однако не может производить подобные расчеты также быстро и не позволяет оперативно применить найденные оптимальные параметры N и K кода в работающем сетевом кодеке.

Будущее наступает: перспективы создания и развития сетей связи 5G в Российской Федерации

Бурмистров С.И., Дубов К.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шевцов В.А.
МАИ, Москва
stas.burmistroff@yandex.ru

На протяжении всей истории человечество развивается циклично. Одна промышленная революция сменяет другую. Технологии беспроводной и мобильной связи также не стоят на месте. Сеть беспроводной связи – одна из крупнейших технологических платформ современного мира, прошедшая развитие от точечно предоставляемых услуг аналоговой связи, которыми пользовались 11 миллионов абонентов в 1990 году (по данным Международного союза электросвязи, ITU), до комплексной технологической экосистемы, поддерживающей более 7,7 миллиарда подключений (по данным Qualcomm), в том числе массового сегмента потребителей, абонентов бизнес-сегмента и целого ряда различных подключенных устройств. Но для современности этого недостаточно, и в настоящее время мир стоит на пороге внедрения нового, пятого по счету поколения мобильной связи. Данная технология предоставит пользователям и всей экономике качественно новые возможности.

Ожидаемые технологические инновации стандарта 5G приведут к росту пропускной способности сетей мобильных операторов и скорости передачи данных. По прогнозам экспертов, максимальная

скорость передачи данных составит до 20 Гбит/с. Время отклика или задержка передачи данных (latency) сетей пятого поколения составит 1 мс, что в несколько раз превосходит актуальный на сегодняшний день стандарт 4G.

Однако по-настоящему потенциал 5G может быть раскрыт при построении «умной» инфраструктуры. Сети пятого поколения смогут одновременно обслуживать около 1 миллиона устройств на 1 км^2, что даст мощный импульс развитию таких технологий, как беспилотный транспорт и «умный» город. Помимо этих технологий, сети 5G позволят качественно пользоваться возможностями дополненной и виртуальной реальности, телемедицины, мобильного телевидения и многих других. Сети 5G помогут создать всю необходимую инфраструктуру для повсеместного внедрения Интернета-вещей (Internet of Things, IoT).

Внедрение стандарта 5G в Российской Федерации требует решения комплекса задач:

1) Выделение частотного спектра, в том числе освобождение диапазонов, занимаемых силовыми структурами. Все вопросы, в том числе и финансовую составляющую, по расчистке (конверсии) частот для развертывания сетей 5G взяло на себя государство.

2) Создание условий для развития необходимой сетевой инфраструктуры. На данный момент имеются несколько путей решения данного вопроса, среди которых создание единого государственного оператора или развитие единой национальной сети, развитие на базе интенсивного совместного использования (шеринга) активного сетевого оборудования или же самостоятельное развитие сетей телекоммуникационными операторами. Все варианты рассматриваются в «Союзе LTE», объединяющем «ВымпелКом», «МегаФон», «МТС» и «Tele2». У каждого варианта развития событий имеются свои преимущества и недостатки, и каждый оператор пытается продвигать именно тот вариант, который будет выгоден именно ему.

3) Создание и стимулирование внедрения инновационных услуг и технологий.

Эти и многие другие вопросы еще предстоит решить в ближайшие годы, когда мы увидим полномасштабное развитие технологии.

Уже сейчас в РФ были проведены различные испытания сетей 5G. «ВымпелКом» произвел первый голографический звонок, «МегаФон» произвел запуск тестовых сетей в городах-хозяевах матчей ЧМ-2018 по футболу.

У сетей пятого поколения есть еще множество нерешенных задач, но возможности стандарта должны стать дополнительным импульсом для развития новых рынков, продуктов и услуг.

Сравнение алгоритмов угломерного метода определения координат источников излучения, оптимизированных по критериям наименьших квадратов и наибольшего правдоподобия

Волков А.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юдин В.Н.
МАИ, Москва
AFV92@yandex.ru

Угломерный метод радиолокации широко применяется в системах радиоразведки и радиотехнической разведки, радиомониторинга и т. д. Его суть заключается в следующем. Первичными измерениями в угломерном методе радиолокации являются измерения угловых направлений на источник излучения (пеленгов). Оценки координат лоцируемого объекта формируются на этапе вторичной обработки на основе первичных измерений.

При пеленговании неизбежно возникают ошибки, обусловленные действием случайных факторов. Ввиду наличия ошибок линии положения не пересекаются в одной точке. Из этого следует, что в многопозиционной угломерной системе радиолокации для определения координат источника излучения следует применять оптимальные (в смысле некоторого критерия) оценки. В качестве критериев оптимальности оценок были выбраны критерии наименьших квадратов и максимального правдоподобия. В ходе работы получены алгоритмы определения координат, оптимизированные по указанным выше критериям. Представляет интерес исследование количественных характеристик точности полученных алгоритмов местоопределения излучающих объектов. В целях исследования характеристик точности данных алгоритмов была разработана компьютерная расчетно-имитационная модель, которая позволяет оценить следующие характеристики точности локации источников излучения: поле ошибок угломерной системы локации, рабочая зона угломерной системы локации, картина рассеяния результатов измерений, среднеквадратические ошибки определения декартовых координат и коэффициент корреляции этих ошибок. По результатам моделирования проведено сравнение характеристик точности каждого из перечисленных алгоритмов определения координат для угломерного метода радиолокации.

Математическая модель отраженного сигнала системы подповерхностной локации на основе беспилотного летательного аппарата при импульсном методе зондирования

Воробьёв Р.А.
Научный руководитель — к.т.н. Черепанов Д.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
areo102rsno-DC@yandex.ru

Непрекращающиеся военные конфликты характеризуются интенсивным использованием мин. Простота конструкции и использования, а также низкая стоимость этого вида оружия во многом определяют широкое распространение противотанковых и противопехотных мин. При этом, вследствие того, что военнослужащие воюющих сторон проходят подготовку и умеют использовать устройства для обнаружения и нейтрализации мин, основными пострадавшими от этого вида оружия как в ходе активной фазы конфликта, так и в течение длительного периода после нее является гражданское население.

Несмотря на совершенствование способов и средств обнаружения мин процесс разминирования территорий текущих и прошедших военных действий и локальных конфликтов все еще продолжает оставаться чрезвычайно опасным, очень дорогостоящим и требующим больших затрат времени. Поэтому развитие новых технологий и технических средств в целях снижения затрат, а также увеличения темпа обнаружения и идентификации мин является актуальной и имеющей большую практическую значимость задачей.

Одним из динамично развивающихся направлений совершенствования систем разминирования является разработка систем воздушной разведки минных полей на основе методов теории подповерхностной радиолокации, в которых выносной датчик реализуется в виде полезной нагрузки беспилотного летательного аппарата. Главным преимуществом использования таких систем является снижение потерь среди личного состава саперных подразделений и мирного населения.

На начальном этапе разработки системы подповерхностной локации на основе беспилотного летательного аппарата можно выделить в качестве первой частной научной задачи исследования выбор и обоснование метода подповерхностного зондирования, в качестве второй частной задачи – определение требуемых параметров сигналов, используемых для обнаружения подповерхностных неоднородностей с заданными электрическими характеристиками. Анализ существующих методов подповерхностного зондирования показывает, что ввиду простоты реализации наиболее широкое применение нашел импульсный метод. Поэтому в работе рассматривается математическая модель сигнала системы подповерхностной локации на основе беспилотного летательного аппарата при импульсном методе зондирования. Особенностью модели является то, что она представляет собой аддитивную смесь, в которой, кроме отраженного от подстилающей поверхности сигнала («верхний» сигнал) и шума, будет присутствовать сигнал, отраженный от нижней границы слоя («нижний» сигнал), а также просачивающийся при излучении на вход приемника прямой сигнал.

Просачивающийся сигнал – копия зондирующего сигнала, который при импульсном методе подповерхностного зондирования для обеспечения требуемой глубины и разрешающей способности обычно представляет собой одноперiодный импульс. Отраженный от верхней границы слоя сигнал рассматривается как копия ослабленного и задержанного на время распространения до подстилающей поверхности зондирующего сигнала. Особенностями сигнала, отраженного от нижней границы слоя, является то, что он учитывает в амплитудном множителе изменение длины волны, а в фазе – изменение скорости электромагнитных колебаний в среде распространения.

Сопровождение источников сигналов, движущихся по баллистической траектории в условиях малого отношения сигнал-шум

Голенко Д.С.
Научный руководитель — д.т.н. Сычёв М.И.
МАИ, Кашира
Ddiimmaann@yandex.ru

Сопровождение баллистических объектов является ответственной задачей, имеющей практические приложения при проведении испытаний баллистических ракет. Немаловажной является возможность сопровождения непрерывно излучающего объекта пассивной антенной решеткой. Пассивная ФАР не обеспечивает измерения дальности, но при наличии априорных сведений о параметрах излучаемого объектом сигнала возможно проводить измерение частоты Доплера.

Предполагается, что координаты точки запуска заранее известны и сопровождение ведется с момента запуска объекта.

При значительном удалении объекта от ФАР уменьшение отношения сигнал-шум приводит к пропускам измерений. Частые пропуски измерений ведут к увеличению собственных чисел ковариационной матрицы вектора состояния и в конечном итоге – к сбросу траектории.

Для уменьшения вероятности пропуска измерений проводится уменьшение порога, что неизбежно ведет к увеличению количества ложных отметок. Отметки ассоциируются с траекторией, если попадают в заранее выбранный строб отождествления.

Рассмотрены следующие методы обработки ложных отметок: использование ближайшей отметки к экстраполированному значению, использование отметки с наибольшей амплитудой, вероятностная ассоциация отметок, вероятностная ассоциация с использованием отношения правдоподобия для амплитуды отметки, вероятностная ассоциация с использованием точности измерения.

Методы обработки, использующие единственную выбранную отметку, могут быть нестабильны при маневрировании цели. Альтернативой являются методы, использующие вероятностную ассоциацию, которые также показывают большую точность сопровождения.

Эффективность рассмотренных алгоритмов оценена с помощью моделирования в среде MATLAB.

Список литературы

1. Yaakov Bar-Shalom, X.-Rong Li, Thiagalingam Kirubarajan. Estimation with applications to tracking and navigation. John Wiley&Sons, Inc., New York, Jun. 2001, 584.

2. Yaakov Bar-Shalom, X.-Rong Li, Multitarget multisensor tracking: principles and techniques. YBS Publishing, Storrs, CT, 1995, 631.

Исследование возможностей стандарта Wi-Fi 802.11ac в реальных условиях эксплуатации

Голованов К.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бородин В.В.
МАИ, Москва
kirgol.it@gmail.com

В современных системах беспроводной связи стандарт 802.11ac имеет широкое применение благодаря своим высоким показателям пропускной способности при относительно невысокой себестоимости оборудования. Однако большинство официально заявленных значений достижимо только в идеальных лабораторных условиях. Исследование реальных показателей связки устройств «точка доступа – клиентское устройство» представляет особый интерес, так как при инженерных расчетах систем связи важно корректно оценивать потенциал применяемого оборудования. Официально в стандарте заявлена предельно возможная пропускная способность до 7 Гбит/с на один канал в диапазоне 5 ГГц при ширине полосы 160 МГц (с использованием технологии MU-MIMO 8x8 и beam forming). Технология MIMO (Multiple Input Multiple Output) подразумевает метод пространственного кодирования сигнала, использующий систему с множественными входными и выходными каскадами. Приставка MU (Multi Users) говорит о многопользовательской системе передачи данных, таким образом точка доступа способна работать с несколькими клиентами параллельно. Благодаря MIMO появляется возможность передавать в одном частотном канале несколько полезных сигналов. Beam forming выполняет задачу программного изменения диаграммы направленности антенн в зависимости от местонахождения клиентского устройства, не рассеивая мощность изотропно, а концентрируя ее в нужном направление. Для изучения реального потенциала каналов необходимо выбрать устройства, ознакомиться с их технической документацией. Основной трудностью является отсутствие открытой легкодоступной информации о возможностях клиентских устройств. Производители не уточняют такие параметры, как рабочие диапазоны частот, количество антенн, типы возможных модуляций, максимальную мощность передатчика и то, какие технологии дополнительно поддерживаются. Тем не менее, часть информации можно получить из дампов 802.11-фреймов. Для этого требуется перехватить обмен сообщениями между абонентом и ТД, происходящий при первоначальном установлении соединения. Шифрования трафика нет, возникают проблемы с тем, что не все Wi-Fi адаптеры позволяют «сниферить»; 802.11-фреймы. Другим достоверным источником служит архив сертификатов на устройства, которые реализуются на территории США. На сайте Federal Communications Commission (Федеральная Комиссия по Связи) открыт свободный доступ к информации о точных характеристиках устройств. Проверка верхних линеек мобильных телефонов показалась, что на сегодняшний день никто из производителей не поддерживает в устройствах MIMO 8x8, также в реальных условиях ширина полосы в 160 МГц не

применима из-за зашумленности нелицензируемого диапазона. Поэтому официально заявленные показатели пропускной способности в 7 Гбит/с всего лишь рекламный ход. При рассчитанной мощности передатчика и заданном расстоянии между клиентским устройством и ТД возможно достичь значений порядка 144-300 Мбит/с. Эти результаты получены при ширине полосы 40 МГц и пространственном разнесении 2x2. Данную информацию нужно учитывать при строительстве беспроводной сети и оценке ее максимальной пропускной способности.

Алгоритмы адаптации параметров активной фазированной антенной решетки синтезируемой апертуры в условиях активных помех

Григорян А.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юдин В.Н.
МАИ, Москва
araratu@mail.ru

Развитие космических ракетных технологий и признание экстерриториального статуса космического пространства открыли эру спутников-шпионов. Космическая разведка предназначена для получения легально не доступной информации о деятельности иных государств и отличается от других видов технической разведки в основном лишь способом размещения средств сбора данных. Космическое базирование технических средств наблюдения обладает уникальными преимуществами, делающими космическую разведку во многом незаменимой. Космические радиолокационные системы, во-первых, позволяют получать радиолокационные изображения целей независимо от времени суток, уровня освещенности, облачности; во-вторых, использование принципа синтезирования апертуры антенны и широкополосных зондирующих сигналов, а также новых алгоритмов их обработки позволяет резко повысить детальность радиолокационного изображения и приблизить информационные возможности радиолокационных средств к оптическим.

В связи с широким распространением орбитальных группировок двойного назначения остро стоит проблема создания технических средств, позволяющих решить вопрос о противодействии преднамеренным помехам и создании помех для других систем.

Предметом исследования является алгоритм адаптации параметров антенной решетки синтезированной апертуры радиолокационной системы, функционирующей в условиях активных помех.

Цель исследования — разработка алгоритма адаптации параметров антенной решетки, разработка эквивалентной модели антенной решетки, разработка метода адаптации, практическое моделирование воздействия помех на испытательную модель и выявление результатов работы в виде характеристик адаптации. Результаты исследования являются основой для улучшения параметров существующих систем и внедрения изменений в будущие разработки.

Для достижения поставленных целей решаются научно-технические задачи, учитывающие параметры различных РЛС, преднамеренные и естественные помехи, электромагнитную совместимость различных узлов системы, соответствующие данным испытаний реальных устройств и систем.

Определение направлений на источники излучений сигналов беспроводных систем связи с использованием циклических характеристик

Денисов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов Ю.В.
МАИ, Москва
den225900@gmail.com

В настоящее время используется большое количество систем беспроводной передачи информации. Повсеместное распространение и сходный частотный диапазон (например, сетей WiFi и 4G) таких систем приводит к ужесточению требований к организации устойчивой беспроводной связи.

Наличие большого числа источников различных сигналов, а также интерференция волн, например в помещениях, может приводить к ухудшению качества связи, нестабильности работы или вовсе к отказу системы. Одним из решений такой проблемы является оперативное определение направления на источники сигналов. Локализация источников позволяет восстановить нормальную работу беспроводной системы связи посредством отключения источника мешающего сигнала или коррекции диаграммы направленности антенны приемной системы, например изменением положения антенны в пространстве или с помощью адаптивных антенных решеток. Кроме того, задача определения

направления прихода сигнала имеет важное значение в реализации систем мобильной связи пятого поколения (Fifth Generation – 5G).

Большинство сигналов, используемых в беспроводных системах передачи информации, являются циклостационарными случайными процессами [1]. Свойство циклостационарности подразумевает периодическую зависимость от времени маргинальных и совместных плотностей вероятности случайных величин. Циклостационарный процесс может быть представлен своей предельной циклической автокорреляционной функцией (АКФ) [2].

Сигналы отельных источников могут быть выделены из общей смеси на входе приемной системы посредством определения их циклостационарных характеристик. Знание циклических частот позволяет разделить приходящие сигналы на «желательные» и «нежелательные» (например, шумовые). Кроме того, использование циклостационарных свойств исключает необходимость знания характеристик шума или помех в окружающей среде и делает возможным разрешение нескольких источников даже при низком отношении сигнал/шум и высокой степени корреляции между источниками [1].

Алгоритм определения направления на источник циклостационарного сигнала основан на модифицированном методе MUSIC (MUltiple SIgnal Classification) – Cyclic MUSIC, использующем свойства спектральной корреляции сигналов.

Для описания алгоритма была сформирована аналитическая модель, содержащая сигналы с разными направлениями прихода и циклостационарным характеристиками. Тестирование предложенного алгоритма и сравнение результатов с результатами аналитического моделирования произведено с использованием имитационной компьютерной модели.

Список литературы

1. S. V. Schell, R. A. Calabretta, W. A. Gardner and B. G. Agee, "Cyclic MUSIC algorithms for signal-selective direction estimation," International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing,, Glasgow, UK, 1989, pp. 2278-2281 vol.4

2. William A.Gardner, «The spectral correlation theory of cyclostationary time-series», Signal Processing, Volume 11 Issue 1, July 1986, Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland), Pages 13 – 36.

Оценка радиальной скорости движения летательного аппарата в РЛС с синтезированием апертуры антенны

Еремин А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ясенцев Д.А.
МАИ, Москва
eam1995@yandex.ru

Основной задачей радиолокационных систем с синтезированием апертуры антенны является получения высокодетальных радиолокационных изображений подстилающей поверхности. Эти радиолокационные изображения в дальнейшем используются, в частности, для оценки координат стационарных наземных целей относительно носителя РЛС или каких-либо других объектов (ориентиров). Наличие навигационных ошибок при формировании радиолокационных изображений приведёт к ошибкам определения координат наземных целей, которое проводится на основании анализа радиолокационного изображения.

К подобным навигационным ошибкам, приводящим к смещению отметок целей относительно их истинного положения, относится ошибка измерения радиальной составляющей скорости движения носителя. Погрешности измерения радиальной составляющей скорости движения носителя порождаются ошибками измерения путевой скорости летательного аппарата и углов ориентации антенны относительно его строительной оси. В современных РСА требования к ошибкам измерения скорости оцениваются в сотые и тысячные доли метра в секунду.

Уменьшение ошибок возможно при высокоточном измерении угловых координат ориентиров и оценке доплеровской частоты отражённого сигнала. Для решения первой задачи при наличии ошибок измерения скорости полёта летательного аппарата целесообразно использовать моноимпульсную антенную систему. Измеряя истинное угловое положение ориентира с помощью моноимпульсного пеленгатора, можно оценить, каков сдвиг изображения ориентира на радиолокационном изображении. Этот сдвиг пропорционален ошибке измерения радиальной скорости полёта носителя РЛС. Оценке эффективности предложенного способа оценки радиальной скорости полёта носителя РЛС и посвящена представленная работа.

Комплекс удалённого видеонаблюдения и сопровождения процессов для аудиторных занятий и дистанционных форм обучения

Затыбек Н.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
nurzxwq@gmail.com

В процессе профессионального обучения с использованием типового и специализированного исследовательского, испытательного и технологического оборудования возникает необходимость организации видеотрансляции в реальном масштабе времени широкому кругу студентов, в том числе территориально-удалённым группам, например при использовании дистанционной и заочной форм обучения.

Визуальное интерактивное сопровождение справедливо и необходимо, например, в следующих случаях:

• Выполнение показательных и демонстрационных процессов на лабораторных стендах и оборудовании преподавателем или специалистом при организации мастер-классов;

• Проведение испытаний в лабораторных условиях на ограниченном по количеству экземпляров оборудовании или при выполнения параллельных независимых опытов/процессов с целью оперативного выявления и регистрации их отличий или схожести;

• Осуществление технологических и/или испытательных процессов, проведение которых требует соблюдения жёстких норм безопасности или осуществляемых в специализированной, в том числе агрессивной, окружающей среде;

• Проведение дистанционных учебных и лабораторных занятий.

Во всех указанных мероприятиях необходимо выполнить одно общее требование: визуализация и детализация процесса при охвате большой целевой аудитории при ограниченных технологических ресурсах или в помещениях (лабораториях), имеющих ограниченную полезную площадь. С этой целью в студенческом конструкторско-технологическом бюро выпускающей кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем Рыбинского государственного авиационного технического университета разработан комплекс лабораторного удалённого видеонаблюдения и сопровождения процессов. Основные компоненты видеокомплекса, включая элементы конструкции, выполнены на основе конструктивно и функционально завершённых модулей, которые выпускаются серийно и доступны для приобретения на различных торговых площадках по относительно невысокой цене. Подобное решение позволяет добиться повышения оперативности и целостности разработки и возможности вовлечения в процессы проектирования, монтажа и отладки данного комплекса студентов младших курсов, не обладающих на момент их текущей подготовки необходимым уровнем знаний, умений и навыков, но желающих активно участвовать в научно-исследовательской и научно-прикладной работе. Такой подход особенно важен для иностранных студентов из Казахстана, Киргизстана и Таджикистана, не имеющих российского гражданства, обучающихся на кафедре РТС РГАТУ и ограниченных в возможности прохождения учебной и производственных (в том числе и преддипломной) практик на базовых предприятиях кафедры в связи с их оборонной спецификой.

Комплекс лабораторного удалённого видеонаблюдения и сопровождения процессов для аудиторных занятий и дистанционных форм обучения конструктивно состоит из четырех основных компонентов:

1) базовой станции, в состав которой входят: 4G/3G/WiFi программируемый модуль (MiFi роутер) с технологией MIMO, источник вторичного электропитания 220В/12В, мини UPS;

2) до восьми CCTV IP видеомодулей (камер) на базе CMOS сенсора 1/4" SOI H62 Hi3518EV200 с разрешением 1280x720 пикселей. Камеры имеют WiFi интерфейс спецификации 802.11/b/g, TF слот для карты памяти Micro CD объёмом до 64 Мбайт и позволяют подключать внутреннюю PSB антенну или внешнюю Omni антенну с круговой диаграммой направленности и коэффициентом усиления до 6 дБ для повышения дальности эффективной передачи видеопотока с форматом сжатия H.264 и H.264+;

3) заимствованное у производителя MiFi роутера свободно распространяемое и регулярно обновляемое программное обеспечение для управления MiFi роутером;

4) заимствованное у производителя видеомодулей свободно распространяемое и регулярно обновляемое программное обеспечение с «облачной» технологией для просмотра изображения и управления видеокамерами на мобильных устройствах, работающих под управлением операционных систем IOS и Android;

5) заимствованное у производителя видеомодулей программное обеспечение с «облачной» технологией для просмотра изображения и управления видеокамерами на стационарных устройствах, работающих под управлением операционных систем Windows 7 и Windows 10. Программное обеспечение позволяет одновременно наблюдать за восьмью процессами при использовании устройств с большими экранами. В этом случае транслируются субпотоки с разрешением 640x352 или 320x176 пикселей (соответственно Q720P и QQ720P). При переходе на одиночный экран транслируется основной поток с разрешением 1280x720 пикселей. Во всех случаях можно переключаться между цветным и черно-белым изображением.

Кроме того, видеомодули имеют интерфейс для управления PTZ кронштейном и предусматривают установку сменной оптики, в т.ч. вариообъективов, а также элементов ИК-подсветки, ИК-светофильтра и аудиоканала, что расширяет возможности по управлению видеотрансляциями и сферы его практического использования.

В настоящее время комплекс находится в стадии отладки и внедрения в учебный процесс.

Исследование и разработка конструкции приемопередающего устройства космической системы связи

Зеленков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Орлов В.П.
МАИ, Москва
zelen-aleksej@yandex.ru

Современные системы спутниковой связи быстро развиваются, улучшаются как наземные средства передачи информации, так и космические. Возникла необходимость в создании приемопередающего устройства (далее ППУ), которое бы имело меньшее габариты, чем прошлые ППУ и удовлетворяло заданным техническим требованиям.

В данной работе разрабатывается новое ППУ для работы в низкоорбитальной системе спутниковой связи. При проектировании используются инновационные технические средства, а именно цифровые сигнальные процессоры DSP и современные блоки питания, а также мощные цифровые синтезаторы отсчетов DDS, потребляющие малое количество энергии в сравнении с их предшественниками.

В связи с кампанией импортозамещения планируется использовать преимущественно отечественную элементную базу.

Исходные данные:

Дальность: 2000 км;

Диапазон частот: 0,2 – 0,4 ГГц;

Доплеровское смещение частоты: ± 8,5 кГц;

Шаг сетки частот: 12,5 кГц;

Напряжение питания: от 5 до 9 В;

Полоса частот: 50 МГц;

Модуляция: ШПС (N – последовательность);

Мощность ПРД: 7 Вт;

Чувствительность приемного тракта: (минус) 117 дБм.

Данное устройство предназначенно для передачи информационных сообщений в низкоорбитальной системе спутниковой связи. Так как максимальная удаленность космического аппарата составит не более 2000 км и с учетом компактности устройства ППУ, вероятности ошибки на символ 10-8 была выбрана мощность передатчика 7 Вт.

Для обеспечения обмена информациионными сообщениями между блоком ППУ и любой ПЭВМ (типа notebook) было принято решение об установке интерфейсов USB и Bluetooth.

Для питания устройства необходима понижающая импульсная схема. Напряжение питания цифровой логики – 3.3 В, питание передатчика 7 В. Следовательно, напряжение питания аккумуляторной сборки должна быть не менее 7 В.

По результатам проведённой работы определены входные и выходные параметры ППУ, исследована и выбрана его структура, выполнен расчет стыковочных параметров, разработаны электрические схемы печатных плат.

Исследование и разработка конструкции приемопередающего устройства для низкоорбитальной системы спутниковой связи

Зеленкова Э.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Орлов В.П.
МАИ, Москва
elya.zelenkova@yandex.ru

Цель работы: создание нового компактного приемопередающего устройства для работы в низкоорбитальной системе спутниковой связи, с возможностью градации мощности.

Исходные данные:

Диапазон частот: 0,2 – 0,3 ГГц;

Доплеровское смещение частоты: ± 8,5 кГц;

Шаг сетки частот: 12,5 кГц;

Напряжение питания: 5 В;

Полоса частот: 50 МГц;

Модуляция: GMSK;

Мощность передатчика: градация мощностей 3, 5, 10 Вт;

При проектировании устройства используется система автоматизированного проектирования Altium Designer.

Основные преимущества Altium Designer: интегрирующая оболочка, которая помогает организовать среду проектирования и объединить составные части разработки в проект; удобная технология создания библиотек; просмотр и редактирование электрической схемы; схемотехническое моделирование, подготовка монтажного поля печатной платы; работа с ПЛИС, создание 3D-модели устройства.

На основании исходных данных (мощности передатчика и напряжение питания устройства) была выбрана схема питания с понижающей импульсной схемой.

Достоинства разрабатываемого приемопередающего устройства:

1. Один вычислительный модуль
2. Максимальная компактность
3. Законченная конструкция ПРМ/ПРД
4. Удобная компоновка.

Для понижения частоты будут использоваться смеситель ADE-1L и синтезатор частот ADF4252; фильтрация обеспечивается с помощью фильтров ФП3П6-782-СМД7-78,225М-200-1Б, усиление — с помощью МШУ с КУ 20 дБ. Для обработки принятого сигнала используется микросхема AD9874.

AD9874 содержит усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровой усилитель с регулируемым КУ вместе со всеми необходимыми оценками (расчетами) и управляющей схемой для осуществления автоматической регулировки усиления. Управляющая схема АРУ обеспечивает высокую степень программируемости, позволяя оптимизировать отклик АРУ так же хорошо, как динамический диапазон для данного применения. VGA (усилитель с регулируемым коэффициентом усиления) программируется по диапазону 12дБ и реализуется в рамках АЦП, регулируя его исходный уровень полной шкалы. Увеличение полной шкалы АЦП эквивалентно ослаблению сигнала, вдобавок 12дБ диапазона цифрового усиления достигается пересчетом (масштабированием) выхода децимационного фильтра в DVGA (цифровой усилитель с регулируемым КУ).

Микросхема AD9874 представляет собой тракт ПЧ с последующим АЦП и децимационным фильтром.

Основные характеристики микросхемы:

1. Частота входного сигнала от 10 до 300 МГц.
2. Входной импеданс 370 Ом.
3. Частота выходного сигнала от 7.2 до 270 кГц.
4. Коэффициент шума 8.1 дБ (SSB).
5. Уровень сигнала на входе без использования АРУ до -34 дБм.

В результате проделанной работы:

• Определены параметры устройства приема-передачи.
• Выбрана структура устройства.
• Выбрана элементная база.
• Проведен расчет стыковочных параметров.
• Спроектированы печатные платы для устройства в Altium Designer.
• Создана 3D-модель устройства.

Двухдиапазонная совмещенная ОВЧ/УВЧ антенная система авиационного мониторинга земной поверхности

Измайлов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гринёв А.Ю.
МАИ, Москва
yustas1993@yandex.ru

При решении задач радиолокационного землеобзора, помимо одночастотной аппаратуры наблюдения в коротковолновом (X) диапазоне с длиной волны 3,1 см, существует обширный сегмент актуальных задач наблюдения в более длинноволновых (дециметровых) диапазонах L и УВЧ или комплексного анализа информации, синхронно полученной в двух и более существенно разнесенных X, L и УВЧ-; ОВЧ-диапазонах. Проникающая способность радиолокационного сигнала, возрастая по мере увеличения длины волны, позволяет в этих диапазонах выявлять и дешифрировать объекты различного назначения под маскирующими их покровами и в подповерхностном слое Земли. Высокая информационная отдача от применения радиолокационных данных, полученных в нескольких, существенно разнесённых диапазонах зондирующего излучения, убедительно подтверждена к настоящему времени в процессе опытной эксплуатации авиационных зарубежных и отечественных радиолокаторов, а также результатами штатной эксплуатации многочастотного радиотехнического комплекса МРК-411 на борту Ту-214Р с радиолокационными станциями бокового и кругового обзора.

В работе представлен ряд схем комплексирования антенной системы ОВЧ- и УВЧ-диапазонов. Характерной особенностью рассматриваемого технического решения является необходимость уменьшения высоты профиля антенной системы (АС), приводящего к использованию ЧСС, обладающих свойствами поверхности с высоким импедансом (часто определяемых как искусственные магнитные проводники — АМС), поскольку касательная компонента магнитного поля равна нулю, реализующие коэффициент отражения +1 для ОВЧ-диапазона. В свою очередь, для УВЧ-диапазона АМС-структуры должны выполнять роль металлического экрана, при этом излучатели УВЧ располагаются на высоте над ним; с другой стороны, использование АМС-структуры позволяет снизить высоту профиля всей АС, при этом она должна быть прозрачной для излучателей УВЧ-диапазона. К достоинствам таких схем построения можно отнести получение низкого профиля АС, что позволяет сохранить аэродинамику носителя, увеличить полосу рабочих частот и развязку, а также снизить эффективную поверхность рассеяния. К основным проблемам схемы относятся выполнение противоречивых требований к ЧСС-структуре, а также устранение искажений диаграммы направленности (ДН) ОВЧ-диапазона антенной структурой УВЧ-диапазона. Недостаток схемы — сильное затенение высокочастотного диапазона излучателями низкочастотного диапазона.

Достижение низкого профиля совмещённых АС ОВЧ/УВЧ-диапазонов приводит к необходимости использования ЧСС со свойством искусственных магнитных структур (АМС), которыми обладают поверхности с высоким импедансом.

Внедрение рассмотренных композитных структур в АС может улучшить их характеристики: сократить высоту профиля, увеличить полосу рабочих частот и развязку, снизить эффективную поверхность рассеяния и уровень кросс-поляризационного излучения микрополосковых антенн, реализовать совмещение двух диапазонов в единой апертуре.

Методы противодействия спуфинг-атакам GPS

Киселев Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хиль С.Ш.
МАИ, Москва
dimas.samsonov@list.ru

GPS получил широкое распространение в гражданской инфраструктуре, и появилась опасность, что злоумышленники смогут его использовать в своих целях.

Среди обычных типов помех особое место занимает спуфинг-GPS, представляющий собой тип преднамеренных помех, при которых приемник GPS выдает неверную информацию.

Важной особенностью спуфинга является то, что целевой приемник не способен обнаружить спуфинг-атаку и поэтому не может предупредить пользователя, что маршрут, который он проложил, на самом деле неправильный.

На данный момент существуют следующие меры противодействию спуфингу, самые популярные из них:

1) Амплитудная дискриминация;

2) Дискриминация по времени прибытия;

3) Поляризационная дискриминация;

4) Криптографическая аутентификация.

Первые три метода не лишены недостатков, главным из которых несомненно является то, что они не могут противостоять сложным атакам.

Наиболее перспективным является четвертый метод — криптографическая аутентификация).

В работе предложены способы реализации работы устройства-спуфера на основе приемника Cornell Grid, включающего в себя дополнительный модуль спуфера и оборудование для передачи. Также для данного оборудования было разработано соответствующее ПО.

Сложной атакой считается одновременное подключение как минимум двух таких приемников.

Как было отмечено выше, единственным надежным способом защиты может служить метод криптографической аутентификации. Проблема аутентификации в сетях решается при помощи криптографических протоколов аутентификации.

Основным документом, определяющим основы аутентификации, является ГОСТ 9594-8-98, в нем изложены два вида аутентификации:

1) простая, использующая пароль как проверку заявленной идентичности;

2) строгая, использующая удостоверения личности, которые были созданы с использованием криптографических методов.

Лучшим способом для защиты будет строгая аутентификация, которая заключается в том, что каждый пользователь проходит процедуру проверки по признаку владения своим уникальным ключом. Иначе говоря, один участник информационного обмена всегда может понять, что его коллега является подлинным партнером по связи, потому что тот действительно прошел процедуру проверки, владеет уникальным ключом проверки аутентификации, тем самым гарантируя, что процесс обмена информацией происходит без стороннего вмешательства.

Имитатор бортового комплекса связи и коммутации

Кононец К.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Заковряшин А.И.
МАИ, Москва
kononetsk@yandex.ru

При построении сложных высоконагруженных систем возникает проблема объединения моделей и компонентов, разработанных разными специалистами. Так, данная проблема рассматривается на примере программно-аппаратного имитатора бортового комплекса связи и коммутации (ПАИ БКС), который входит в состав стенда интеграции.

ПАИ БКС представляет собой устройство, которое выполняет функции воспроизведения тональных и аварийно-речевых сигналов (модель воспроизведения) и обеспечения радиосвязи (модель радиосвязи). ПАИ БКС получает информацию о текущем состоянии других моделей, входящих в состав стенда, а также имеет непосредственную связь с аппаратной частью стенда.

Разрабатываемое программное обеспечение представляет собой распределенную имитационную модель. Существует несколько подходов к созданию таких моделей. К первому подходу относятся «монолитные системы», где модель представляет собой совокупность логических процессов, которые обмениваются информацией друг с другом. Второй подход в развитии распределенного имитационного моделирования, заключается в объединении разнородных систем моделирования. В рамках рассматриваемой задачи, когда мы имеем две системы, выполняющие разные функции, следует рассматривать именно второе направление.

Одним из вариантов построения подобных моделей является архитектура HLA (High Level Architecture) — данный стандарт был разработан Министерством обороны США. В настоящее время эта архитектура стандартизована институтом IEEE (стандарт 1516) [Л]. HLA представляет собой объектно-ориентированную систему, которая может применяться для построения моделей на различных языках, поддерживающих концепцию ООП (C++, C#, Java и т.п.).

Помимо вышеуказанного преимущества, архитектура HLA характеризуется поддержкой широкого спектра программно-аппаратных платформ, гибкостью архитектуры, широтой функциональных возможностей и масштабируемостью.

За счет применения архитектуры HLA к созданию модели БКС было достигнуто:

• Объединение моделей и компонентов, которые были созданы специалистами с разными подходами к разработке;

• Объединение разнородных моделей, в том числе аппаратных составляющих стенда интеграции;

• Интегрирование новых аппаратно-программных средств в структуру модели.

По результатам проделанной работы был разработан набор правил и интерфейсов для оптимального и быстрого внедрения новых аппаратных модулей существующей архитектуры, внедрен принцип разработки HLA.

В рамках проделанной работы стандарт HLA рассматривался только для ПАИ БКС, однако для применения данного стандарта на всем стенде интеграции нет необходимости вносить изменения в структуру или исходный код других моделей.

Литература

IEEE Std. 1516-2010, IEEE Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) – Framework and Rules.

Программно-определяемое радио для антенных решёток

Лисин В.С.
Научный руководитель — к.т.н. Шмачилин П.А.
МАИ, Москва
v1adis1av.lis@mail.ru

Благодаря огромным достижениям в области цифровой обработки данных стоимость цифровых решений постоянно снижается [1]. Цифровая обработка обеспечивает большую скорость и более проста в обслуживании, чем аналоговые подсистемы. Данная технология позволяет заменить разнообразие существующих и разрабатываемых конструкций радиоприёмников, построенных по сложной супергетеродинной схеме.

Ограничением ранних конструкций радиосистем являлось отсутствие архитектурной гибкости между разнотипными устройствами, которая могла бы изменяться при помощи программного обеспечения. Так появилось программно-определяемое радио (ПОР), в котором вид модуляции передатчика управляется встраиваемым микроконтроллером. В идеальной приёмной схеме аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) подключается к антенне и преобразовывает непрерывный во времени сигнал в дискретную двоично-кодированную форму.

В настоящей работе будет применён способ синхронизации нескольких модулей программно-определяемого радио (ПОР) для получения цифровой антенной решётки (ЦАР) с поэлементной обработкой сигналов, в которой сигналы от излучающих элементов подвергаются аналого-цифровому преобразованию с последующей обработкой по определённым алгоритмам [2].

В системе формируются сетки опорных частот, обеспечивающих синхронную работу всех модулей системы. Синхронизация модулей должна обеспечивать минимизацию джиттера сигналов тактирования АЦП и цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), иначе будут снижаться точность угловой пеленгации источников сигналов и глубина подавления активных помех.

Синхронизация нескольких ПОР возможна по сигналам одной радиостанции, передающей сигналы эталонной частоты и времени [3]. Для получения синхронного режима работы можно применить систему фазовой синхронизации (ФС) путем непрерывной автоматической подстройки фазы колебания несущей частоты радиостанции. Цифровые системы ФС широко применяются в технике хранения и передачи информации благодаря стабильности характеристик, хорошим шумовым свойствам, простоте перестройки структуры и параметров, например при ускоренном достижении синхронизма без ухудшения свойств в режиме слежения [4].

Список литературы

1. Michael Ossmann, HackRF One, an open source SDR platform. // https://greatscottgadgets.com/hackrf/, Online; accessed 09-June-2016.

2.Marco Bartolucci, Jose A. del Peral-Rosado, Roger Estatuet-Castillo, Jose A. Garcia-Molina, Massimo Crisci and Giovanni E. Synchronisation of Low-Cost Open Source SDRs for Navigation Applications. // 2016 8th ESA Workshop on Satellite Navigation Technologies and European Workshop on GNSS Signals and Signal Processing (NAVITEC), 14-16 Dec. 2016.

3. А. Анкудинов. Частотная и временная синхронизация. // http://ua3vvm.qrz.ru/freq_sinchro.htm, 18.03.2009.

4. ЖодзишскийМ. И., Сила-Новицкий С. Ю., Прасолов В. А. Цифровые системы фазовой синхронизации / Под ред. М.И.Жодзишского. – М.: Сов. радио, 1980.

Возможность применения беспилотных летательных аппаратов для измерения пространственных характеристик радиомаячных систем посадки

Лихачев А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
elwin_96@mail.ru

Важным направлением в обеспечении безопасности и регулярности воздушного движения гражданской авиации являются летные проверки наземных средств радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи (РТОП и АЭС), которые проводятся с периодичностью раз в год либо в раз в полгода.

Летные проверки радиомаячной системы посадки воздушных судов (РМСП ВС) позволяют измерять пространственные характеристики курсового, глиссадного и маркерных радиомаяков, но между летными проверками произвести необходимые измерения в воздушном пространстве не представляется возможным. Решением данной проблемы может послужить внедрение дополнительных средств измерения, которые будут входить в состав радиомаячной системы посадки воздушных судов. Для контроля пространственных характеристик РМСП ВС могут быть использованы воздушные шары, аэростаты, вертолеты, мультикоптеры с установленным на них измерительным оборудованием, аналогичным оборудованию, установленному на воздушных судах-лабораториях.

С помощью данной аппаратуры, входящей в состав РМСП ВС, можно проанализировать излучаемые в пространство сигналы и оценить точность функционирования каждого наземного средства РТОП и АЭС; произвести измерение сечения глиссады, контроль дальнего поля глиссадного и курсового радиомаяка в любой точке в пределах зоны действия, а также измерения параметров маркерных радиомаяков и посадочных дальномеров.

Пока еще рано рассматривать возможность применения беспилотных летательных аппаратов для летных проверок, так как для проведения облета курсо-глиссадной системы необходимо изменить существующее законодательство.

Применение дополнительных средств измерения потребует внесения изменений в руководство по эксплуатации РМСП ВС. Данные измерения необходимо будет планировать заранее, для запуска и проведения измерений получать разрешение у диспетчера УВД. Наиболее благоприятным временем суток для проведения измерений является ночь, поскольку интенсивность полетов снижается.

Что касается системы питания устройств измерения пространственных характеристик, то оно может осуществляться автономно либо через кабельные линии с источником питания, находящимся на земле.

Интеграция беспилотных летательных аппаратов в качестве средств измерения пространственных характеристик позволит повысить уровень безопасности полетов, а также повысить точность работы РМСП ВС в периоды между летными проверками специализированными воздушными судами – лабораториями.

Список литературы

1. Беспилотные авиационные системы/С.А. Кудряков, В.Р. Ткачев, Г.В. Трубников, В.И. Кисличенко. -СПб.: Свое Издательство, 2015. -121 с.

2. Кудряков С.А., Кульчицкий В.К., Поваренкин Н.В., Пономарев В.В., Рубцов Е.А., Соболев Е.В., Сушкевич Б.А. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь: Учебное пособие. — СПб.: Свое издательство, 2016. -287 с.

3. Методические рекомендации по летным проверкам наземных средств радиотехнического обеспечения полетов, авиационной электросвязи и систем светосигнального оборудования аэродромов гражданской авиации. Приложение к распоряжению Минтранса России № ИЛ–79-р от 24 августа 2005г.: в ред. распоряжения Минтранса России№ МС-82-р от 29.06.2012. – 207 с.

Моделирование диаграммы направленности антенной системы с использованием экспериментальных данных поля излучения в ближней зоне

Осипов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неудакин А.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
neudakin44osipov2019@mail.ru

Разработана и изготовлена антенная система, включающая распределительную систему и линейную антенную решетку. Антенная решетка состоит из восьми одиночных излучателей, представляющих собой полусферическую спиральную антенну. Конструкция антенной решетки позволяет размещать излучатели на разном расстоянии друг от друга. Распределительная система состоит из одного делителя на два канала и двух делителей на четыре канала. Делители соединяются коаксиальными кабелями. Запитка излучателей антенной решетки осуществляется по параллельной фидерной схеме.

Для измерения напряженности электрического поля в ближней зоне антенной решетки разработана и использована экспериментальная установка, включающая частотомер, высокочастотный генератор, антенную систему, детекторную секцию, индикатор, приемную антенну. Частотомер предназначен для точного измерения частоты генератора. Генератор формирует непрерывный немодулированный сигнал. В качестве приемной антенны (зонда) используется симметричный вибратор, близкий к полуволновому. Детекторная секция выделяет огибающую сигнала, представляющую собой постоянное напряжение. Индикатор (мультиметр) фиксирует значение постоянного напряжения в милливольтах.

В качестве исходных для проведения исследований поля излучения в ближней зоне задавались: рабочая частота; максимальное и минимальное расстояние между излучателями; высота расположения зонда и его шаг перемещения. В результате анализа полученных экспериментальных данных были сделаны следующие выводы: напряженность электрического поля вдоль раскрыва распределена неравномерно, при этом явно выражены минимумы и максимумы; минимумы и максимумы образованы в связи со сложением сигналов одиночных излучателей близкими к синфазным и противофазным сложениям; при изменении расстояния между излучателями максимумы и минимумы смещаются, что также происходило при изменении рабочей частоты; при изменении высоты зонда напряженность электрического поля уменьшается примерно во столько же раз, во сколько увеличивается высота зонда.

Математическая модель диаграммы направленности (ДН) антенной решетки строится по принципу дифракционной оптики – поле в точке наблюдения дальней зоны можно представить как суперпозицию комплексных напряженностей электрического поля точечных вторичных излучателей, расположенных в ближней зоне. Фазовая составляющая комплексной напряженности электрического поля в точках ближней зоны определялась расчетным способом.

Построенная в Matcad ДН исследуемой антенной решетки сравнивалась с теоретической ДН. Сравнительный анализ показал близость основных параметров направленных свойств исследуемой антенной решетки теоретическим показателям.

Таким образом, предложенный способ исследования направленных свойств антенной системы и моделирования ее ДН дает достоверные результаты и может быть использован для исследования подобных антенных систем.

Автоматизация натурных испытаний радиотехнических систем с применением имитационных средств

Осипова Т.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иосифов П.А.
МАИ, Москва
whiterose95@mail.ru

Любая радиотехническая система независимо от типа и назначения обладает определенными тактическими и техническими характеристиками. Под тактическими характеристиками понимают показатели, при которых достигаются цели практического использования системы. С тактическими характеристиками радиотехнической системы связаны ее технические характеристики.

Существуют три основных метода оценки тактико-технических характеристик радиотехнической системы: расчетный (аналитический), натурных испытаний и опытно-теоретический.

Недостатком расчетного метода является то, что он не позволяет учесть многообразие факторов, влияющих на характеристики радиотехнической системы в реальных условиях функционирования. Недостаток метода натурных испытаний — его ограниченность или невозможность проведения, т.к. этот вид испытаний требует больших затрат во времени и средствах. Поэтому при проектировании и испытании системы широко применяют опытно-теоретический метод, основанный на натурных испытаниях с применением имитационных средств.

При проверке радиотехнических систем в большинстве случаев в состав стенда испытаний входят:

• Аппаратура, состоящая из устройства управления и объектов управления;

• Генератор сигналов – для формирования и генерации заданных сигналов;

• Персональный компьютер – для настройки, записи выходных данных и последующего анализа.

Оператор непосредственно задает параметры сигнала при помощи панели управления генератора. Важным показателем надежности проведения проверки является корректность ввода данных оператором, которая определяется как вероятность безошибочной работы оператора и выполнения операции за заданное время. Ввиду трудоемкости проводимых измерений в большинстве случаев проверка производится в определенных точках диапазона технических параметров.

Таким образом, данная методика не предполагает полную проверку всех характеристик радиотехнической системы.

В рамках работы было предложено создание программного обеспечения для взаимодействия генератора сигналов и персонального компьютера, исключая воздействие оператора.

Для решения поставленной задачи был разработан графический интерфейс пользователя, позволяющий задать необходимый диапазон измерений по частоте, мощности, длительности и периоду импульса сигнала. В функции программного обеспечения входят также автоматизированный сбор, анализ данных и последующая визуализация полученного результата.

Для программной реализации рассматриваемой автоматизированной системы были использованы пакеты программ, отвечающие следующим требованиям: использование языка высокого уровня (python), возможность реализации программы в реальном времени, создание специальных библиотек.

В результате выполнения работы был автоматизирован процесс проверки радиотехнической аппаратуры. Проверка выполняется в увеличенном объеме, полученные результаты позволяют в полной мере проанализировать техническое состояние аппаратуры по основным радиотехническим характеристикам.

Применение инфракрасного локатора для обеспечения наблюдения за объектами на рабочей площади аэродрома и посадочной прямой

Петренко А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
queennastya@ukr.net

Для обеспечения требуемого уровня безопасности полетов в районе аэродрома, на посадочной прямой и при движении ВС по рабочей площади аэродрома применяются различные средства наблюдения: видеонаблюдение, радиолокационная станция обзора лётного поля (РЛС ОЛП), посадочный радиолокатор (ПРЛ) [1, 2].

ПРЛ может применяться как самостоятельное, так и в качестве дополнительного контрольного оборудования при использовании других систем посадки. Применение ПРЛ на аэродромах гражданской авиации показало, что эти системы наблюдения не обеспечивают точный заход на посадку, поэтому в настоящее время посадочные радиолокаторы практически не применяются. В то же время диспетчерский персонал отмечает, что даже при наличии радиомаячных систем посадки, локально-корректирующих станций или оборудования систем посадки было бы крайне полезно иметь информацию о положении ВС и отклонениях от плоскости курса и плоскости снижения, поскольку обзорные радиолокаторы не в состоянии обеспечить требуемую точность определения координат. Решением проблемы может стать применение локационных систем инфракрасного диапазона. Их принцип работы схож с принципом работы первичного радиолокатора. Из достоинств инфракрасного локатора (ИКЛ), применяемых для контроля заходящих на посадку ВС, можно выделить [1, 2]:

1) высокую точность определения координат целей, в том числе малоразмерных;

2) высокую разрешающую способность;

3) невосприимчивость к радиопомехам;

4) отсутствие воздействия на радиотехнические системы, находящиеся на аэродроме и на борту ВС.

Инфракрасные локаторы обладают лучшими эксплуатационными характеристиками в сложных метеоусловиях, могут быть построены без подвижных частей, что повысит надежность всей системы, а применение недорогих комплектующих снизит стоимость конечного изделия.

ИКЛ может применяться как дополнение к РЛС ОЛП для повышения точности и надежности обнаружения объектов, а также как самостоятельное средство для контроля за движением транспортных средств по рабочей площади аэродрома. В этом случае система должна быть многопозиционной, поскольку в сложных метеоусловиях наблюдается снижение дальности ИКЛ. Однако даже необходимость внедрения нескольких позиций для размещения локатора не приведет к сильному удорожанию всей системы, поскольку она будет строиться на относительно дешевых компонентах (диодах инфракрасного диапазона и фотоприемниках). Это позволит применять ИКЛ на региональных аэродромах, в том числе при реализации концепции удаленной диспетчерской вышки (Remote Tower), предполагающей передачу информации систем наблюдения из регионального аэродрома в укрупненный центр обслуживания воздушного движения [3].

Список литературы

1. Кудряков С. А., Кульчицкий В. К., Поваренкин Н. В., Пономарев В. В., Рубцов Е. А., Соболев Е. В., Сушкевич Б. А. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Учебное пособие. — СПб.: Свое издательство, 2016. - 287 с.

2. Руководство по усовершенствованным системам управления наземным движением и контроля за ним. Doc 9830. Изд. Первое [Текст]. – ICAO, 2004. – 7 с.

3. Плясовских А. П., Шатраков А. Ю., Рубцов Е. А. О применении первичной обработки видеоизображения для передачи данных по низкоскоростным линиям при реализации системы Remote Tower в России // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2016. №4(13). С. 77–88.

Анализ антенн беспилотных летательных аппаратов, применяемых в гражданской авиации

Позняков А.Ф.
Научный руководитель — доцент, Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
sashazanuda409@gmail.com

Антенны, применяемые для управления и передачи информации с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в центр управления, зависят от радиуса действия БПЛА:

- Ближнего и малого радиуса действия (0,1- 50 км);
- Среднего радиуса действия (70-1000 км);
- Дальнего радиуса действия (1000 км и более);

Для БПЛА ближнего радиуса используется диапазон частот в среднем от 400-5800 МГц, это обеспечивает достаточно хороший прием сигнала и, если используются FPV(First person view) системы, — то и большую скорость передачи данных. Ко всему прочему, отсутствует необходимость в использовании мощной приёмопередающей аппаратуры, большой длины антенн.

Однако в таком диапазоне частот полеты над крупными населенными пунктами могут сопровождаться помехами, так как в этом диапазоне работают Wi-Fi устройства и подобная аппаратура.

Для БПЛА среднего и дальнего радиуса используется диапазон частот от 30-300 МГц, что обеспечивает достаточно хороший прием сигнала на больших дистанциях полета и отсутствие значительных помех. При этом в таком диапазоне частот для управления БПЛА и приёма информации требуется мощная приёмопередающая аппаратура, а также большая длина антенн, что увеличивает массу летательного аппарата (ЛА) и его аэродинамическое сопротивление.

Для этих целей используются линейные антенны штыревого типа ввиду своей простоты конструкции и эксплуатации. Применяемые разновидности:

- Несимметричный вибратор с/без платы согласования;
- Несимметричный вибратор с элементами согласования, установленный внутри диэлектрической законцовки подфюзеляжного аэродинамического гребня БПЛА;
- Симметричный вертикальный полуволновый вибратор;
- Симметричный вертикальный четвертьволновый вибратор с элементами согласования;
- Многодиапазонные антенны, представляющие собой комбинацию из нескольких антенн штыревого типа;

Диаграмма направленности (ДН) – круговая в азимутальной плоскости, двухлепестковая в угломестной плоскости. Коэффициент стоячей волны (КСВ) в среднем от 1.2 до 2.8 (редко 3.0). Мощность не превышает 0.1-10 Вт (15-30 Вт для БПЛА дальнего радиуса действия). Выходное сопротивление от 50 до 75 Ом. Поляризация – вертикальная / круговая.

Помимо линейных антенн, применяются волноводно-щелевые антенны (ВЩА). Они представляют собой отверстие, прорезанное в металлической поверхности, в которой щель является излучателем. Применяются антенны в виде прямоугольных узких щелей, шириной 0.03 – 0.05 λ и длиной около половины длины волны (λ). В авиации применяются ВЩА: с неизменяемой в пространстве ДН, с механическим, электромеханическим и электрическим сканированием.

Тип антенн и их параметры напрямую зависят от расположения углубления в обшивке аппарата и подразделяются на прямоугольные, уголковые, П-образные, крестообразные, гантельного типа, кольцевого типа.

Помимо этого, по промежутку между соседними щелями, в пределах рабочей полосы, эти антенны можно разделить на: резонансные, где промежуток равен λ/2; нерезонансные (промежуток меньше или больше λ/2) и с согласованными щелями, где промежуток равен λ/2.

Согласование у резонансных антенн наблюдается только в малом диапазоне частот, возбуждение синфазное и излучает по нормали к оси антенны; у нерезонансных полоса согласования шире, чем у резонансных; у антенн с согласованными щелями – синфазное распределение поля, а направление максимального излучения совпадает с нормалью к оси антенны, отраженные волны отсутствуют.

Основные достоинства волноводно-щелевых антенн:

• Отсутствие выступающих частей и, как следствие, отсутствие дополнительного аэродинамического сопротивления;
• Высокое усиление;
• Малые боковые лепестки ДН;
• Малый вес;
• Простота в эксплуатации.

Список литературы

1. Нечаев Е. Е., Будыкин Ю. А. Антенные устройства в гражданской авиации. Курск, Пресс-факт, 2005. – 380 с.
2. Неганов В. А., Табаков Д. П., Яровой Г.П. Современная теория применения антенн. – М.: Радиотехника, 2009. – 720 с.
3. Беньковский З., Липинский Э. Любительские антенны коротких и ультракоротких волн. – М.: Радио и связь, 1983. – 480 с.
4. Сомов А. М., Старостин В. В., Кабетов Р. В. Антенно-фидерные устройства. – М.: Горячая линия–Телеком, 2011. – 404 с,
5. Бондарев А. Н., Киричек Р. В. Обзор БПЛА общего пользования и регулирования ВД БПЛА в разных странах. – СПб.: СПбГУТ, Т. 4. № 4. С. 13–23,
6. Айзенберг Г.З. Антенны УКВ. – М.: Связь, 1977. Ч. 2.

Облачные вычисления как метод решения передачи больших объемов данных на различные расстояния для навигации БПЛА. Компоненты схемы взаимодействия «БПЛА– облако» и потенциальные угрозы при их взаимодействии

Садовская Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Куприянов А.И.
МАИ, Химки
elena_93@list.ru

Развитие информационных технологий приводит к активному развитию современной науки. Одно из наиболее популярных современных направлений — сетевые технологии, а в частности облачные вычисления. Их применение возможно в различных областях: строительство, авиация, медицина, археология и многое другое, они используются для решения различных проблем, связанных с передачей данных в радиотехнике, для решения задачи передачи большого объема данных на большие расстояния, для обеспечения и корректировки летных параметров беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Однако необходимо определить, насколько данный метод отвечает требованиям безопасности для обеспечения требуемого уровня беспроводных информационных взаимодействий при использовании облачных вычислений, а значит, возникает задача разработки метода защиты информации для парирования потенциальных угроз. Для решения данной проблемы необходимо

составить список потенциальных угроз, т.е. необходимо понять какие элементы будут входить в предложенную схему и методы их взаимодействия.

Потенциальная схема взаимодействия может быть представлена следующими элементами:

1. Наземный пункт— пункт управления. Осуществляет управление структурой «БПЛА— облако».
2. Кластерный сервер — облачное хранилище, которое будет являться местом хранения летных параметров БПЛА и алгоритмов их обработки.
3. Распределитель нагрузки — элемент, обеспечивающий распределение равномерной нагрузки при управлении роем БПЛА.
4. Сервер авторизации — элемент, проверяющий наличие прав доступа БПЛА к облаку.
5. Информационный канал связи — с его помощью будет проходить передача данных между БПЛА и облаком.
6. БПЛА — беспилотный летательный аппарат, коррекция координат, которого будет происходить с помощью облачных вычислений.

Основываясь на перечисленных выше компонентах и их взаимодействии, можно составить список потенциальных угроз для предложенной схемы «БПЛА— облако»:

1. Угрозы аппаратной части.
2. Угрозы программной части.
3. Угрозы, связанные с уязвимостью информационного канала связи.

Появляются задачи описания каждого из указанных типов угроз, а также подготовка и анализ методов их парирования.

Применение рупорной антенны в качестве бортовой антенны радиолинии передачи целевой информации

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 радиолинии передачи целевой информации (РЛЦИ) в части антенно–фидерных устройств (АФУ) [1]. В качестве примера рассмотрены АФУ РЛЦИ КА серии «Канопус–В» и «Метеор».

С ростом объёма решаемых задач с помощью космических технологий произошло изменение требований к РЛЦИ КА. Данное изменение заключается в необходимости резкого увеличения скорости передачи данных с борта КА на наземные пункты приёма информации. В свою очередь, определённые ограничения вызваны достаточно коротким временем сеанса связи КА с пунктами приёма (около 15 мин), а также ограниченным количеством самих пунктов приёма.

Анализ текущего состояния выявил потребность в построении высокоскоростных радиолиний. Для решения поставленной задачи предложены различные варианты, например способы повышения пропускной способности радиолинии [2]:

- Применение многоуровневой модуляции и высокоэффективного помехоустойчивого кодирования;
- Обеспечение режима адаптивной модуляции и кодирования;
- Сжатие заголовков пакетов сетевого и транспортного уровней;
- Совмещение используемых частотных диапазонов;
- Мультипротокольная инкапсуляция.

В данной работе предложен способ построения высокоскоростной радиолинии с помощью увеличения коэффициента усиления бортовой антенны (по сравнению с применяемыми аналогами) [3].

Предложен вариант применения рупорной антенны в качестве бортовой антенны РЛЦИ. Осуществлено моделирование предложенного варианта, в ходе которого получены и оценены параметры исследуемой модели антенны. На основании проведённого моделирования разработан макет. Полученные результаты удовлетворяют требованиям, предъявляемым к бортовым антеннам РЛЦИ КА.

Список литературы

1. Генералов А.Г., Гаджиев Э.В. Состояние и перспективы развития бортовых антеннодеф–фидерных устройств радиолинии передачи целевой информации.// Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2018. № 2 (30). С. 44–52.

2. Бахтин А.А., Омельянчук Е.В., Семенова А.Ю. Анализ современных возможностей организации сверхвысокоскоростных спутниковых радиолиний // Труды МАИ. 2017. № 96.
3. Бочаров В.С., Генералов А.Г., Гаджиев Э.В., Алексеева Н.С. Варианты построения бортовых антенно–фидерных устройств для малых космических аппаратов.// Механика, управление и информатика. 2015. Т. 7. № 4 (57).С. 54–60.
4. Bocharov V.S., Generalov A.G., Gadzhiev E.V. Antenna-feeder devices in the development of OJSC 'NIIEM', Istra (Moscow region). 23td International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology, Conference Proceedings. 2013. Pp. 46–47.

Селекция наземных движущихся целей в РСА при вращении связанной совокупности приёмной и передающей антенн

Сергеев А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ясенцев Д.А.
МАИ, Москва
Sergeeff.toscha2010@yandex.ru

Наблюдение наземных движущихся целей (НДЦ) является одной из основных задач бортовых РЛС обзора подстилающей поверхности. Учитывая сложности, возникающие при наблюдении НДЦ (в частности, их малая скорость и наличие мощных мешающих отражений от подстилающей поверхности), решение данной задачи сопряжено со сложными алгоритмами обработки отражённых сигналов. Наиболее распространённым понятием, которое отражает суть осуществляемой обработки, является селекция НДЦ (СНДЦ) т.е. раздельное наблюдение (разрешение) сигналов НДЦ и пассивных помех, обусловленных переотражением зондирующих сигналов РЛС от неподвижной подстилающей поверхности.

Для улучшения наблюдаемости малоразмерных НДЦ на фоне интенсивных отражений от подстилающей поверхности часто используют синтезирование искусственной апертуры антенны (РЛС с синтезированием апертуры антенны, РСА). Использование РСА позволяет многократно улучшить разрешающую способность РЛС по угловой координате (азимуту), что, в свою очередь, уменьшает площадь элемента разрешения и, следовательно, уменьшает ЭПР фона. В режиме синтезирования апертуры часто имеется возможность наблюдения НДЦ при положительном контрасте, т.е. в случае превышения ЭПР НДЦ над ЭПР фона в пределах элемента разрешения, что существенно упрощает задачу обнаружения.

Наиболее распространённым и исследованным способом построения РСА является прямой синтез апертуры при поступательном движении фазового центра реальной антенны. Кроме того, в последнее время появились исследования, посвящённые многопозиционным системам, использующим синтезирование апертуры, в которых рассматриваются особенности полуактивного синтезирования апертуры при поступательном движении приёмной и передающей позиций. Предполагается, что фазовые центры реальных приёмных и передающих антенн находятся на разных ЛА, при этом их взаимное движение независимо и определяется заданными траекториями, параметры которых выбираются исходя из требований к детальности формируемого изображения и условий наблюдения.

Кроме того, с конца 80-х годов проводятся исследования по возможностям построения РСА, за счёт использования вращательного движения законцовок лопастей несущего винта вертолёта со встроенными в них антенными модулями радиолокатора. Однако в рассматриваемых работах обращается внимание на однопозиционное синтезирование апертуры при вращении в случае когда реальная антенна является приёмопередающей.

Целью данной работы является рассмотрение структуры траекторного сигнала, отражённого от наземной движущейся цели, а также эффективности процесса СНДЦ за счёт вращения фазовых центров приёмной и передающей антенн, размещаемых в законцовках пространственно-разнесённых лопастей несущего винта вертолёта.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00389.

Реализация программно-аппаратного комплекса для тестирования модемов UHF

Тяпкин П.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Важенин Н.А.
МАИ, Москва
tjapkinp@yandex.ru

Разрабатываемые средства радиосвязи должны удовлетворять требованиям определенных стандартов. В частности, оборудование, предназначенное для рынка Европейского союза, должно отвечать требованиям ETSI (European Telecommunications Standards Institute, Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций) EN 300 113 v2.2.1, регламентирующим, в том числе, избирательность по соседним каналам. Тестирование проводится при сертификации изделий уполномоченными органами. Однако производители оборудования заинтересованы в проведении предварительного тестирования и оценке соответствия характеристик изделия требованиям стандарта. Для проведения тестирования, требуется создать специализированный аппаратно-программный измерительный стенд.

Цель проведенной работы – разработка, создание и апробация автоматизированного измерительного стенда для тестирования UHF-модемов.

Процесс реализации данного стенда включал в себя следующие этапы:

• Ознакомление с методиками тестирования модема согласно стандарту.

• Формирование облика измерительного стенда и определение перечня необходимого оборудования.

• Создание измерительного стенда. Проверка его работоспособности в ручном режиме. Анализ и сравнение полученных результатов с теорией.

• Разработка программно-алгоритмического обеспечения для автоматизации процесса тестирования и отображения полученных результатов в виде, удобном для анализа.

• Комплексное тестирование и верификация автоматизированного измерительного стенда.

В результате проведенной работы был создан и апробирован универсальный программно-аппаратный комплекс для тестирования модемов, который в соответствии с требованиями ETSI поддерживает несколько режимов тестирования и позволяет на этапах разработки и производства осуществлять контроль соответствия характеристик модемов требованиям стандарта.

Исследование использования универсального фильтрованного многочастотного сигнала UFMC в сетях 5G

Фам Хю Хоанг
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Казаков Г.Н.
МАИ, Ханой, Вьетнам
chanoilachan1993@gmail.com

Сигнал OFDM (сигнал с ортогональным частотным мультиплексированием) имеет определенные ограничения: такие как необходимость использования циклического префикса, снижающего скорость передачи информации, чувствительность к ошибкам оценки частотного и временного OFDM сдвигов, высокий уровень боковых лепестков спектра и высокий пик. Это делает его не самым лучшим для пользователей, ориентированных на приложения 5G. Поэтому необходимо использовать новые технологии в радиоинтерфейсе этот сигнал 5G.

Одним из возможных вариантов является сигнал UFMC (Universal Filtered Multi-Carrier). Она является перспективен в связи с фильтрацией поддиапазона, которая выполняется для компенсации внеполосной эмиссии и сложности производительности.

Целью работы являются исследование использования UFMC в сетях 5G и сравнение его с технологией OFDM по спектральной плотности, мощности и помехоустойчивости в канале с АБГШ.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

1. Разработка теоретических основ формирования и приема сигналов.

2. Выбор алгоритма формирования и приема сигналов, и параметров используемых сигналов, поставлены задачи работы.

3. Выполнение моделирования алгоритма формирования и приема сигналов для исследования в среде Matlab.

4. Сравнительный анализ спектральной плотности мощности и помехоустойчивости сигналов.

Таким образом, UFMC – это новый метод оценки канала, который использует схему модуляции с несколькими несущими. С использованием фильтра в технологии UFMC можно отказаться от циклического префикса и за счет этого повысить скорость передачи информационных данных на 7-10%. Фильтр снижает уровень боковых лепестков поднесущих на 100 дБ, следовательно, технология UFMC более устойчива к ошибкам оценки частотного сдвига, по сравнению с OFDM. UFMC может считаться претендентом на вхождение в 5-е поколение систем беспроводной связи и заменить OFDM.

Анализ влияния экранирующего корпуса на характеристики зеркально-симметричного модального фильтра

Черникова Е.Б.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Заболоцкий А.М.
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск
chiernikova96@mail.ru

Массовое внедрение радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) практически во все отрасли, в том числе в военную, атомную, космическую, телекоммуникационную, ведёт к обострению проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС) из-за уязвимости аппаратуры к электромагнитным воздействиям. Одним из направлений ЭМС является защита от кондуктивных помех, проникающих в аппаратуру непосредственно по проводникам. Особо опасным воздействием является мощный сверхкороткий импульс (СКИ) [1]. Для защиты радиоприемных и радиопередающих устройств радиотехнических систем от СКИ предложена технология модальной фильтрации [2], основанная на явлении модального разложении импульса на импульсы меньшей амплитуды [3]. Предложен новый подход к совершенствованию модального фильтра (МФ) за счет зеркальной симметрии. Для нормального функционирования на практике микрополосковые схемы размещают в корпусах, защищающих от внешних электромагнитных и климатических воздействий. Между тем, оценка влияния стенок экранирующего корпуса на характеристики зеркально-симметричного МФ ранее не рассматривалась. Цель данной работы – выполнить такое исследование.

Моделирование зеркально-симметричного МФ [4], размещенного в корпусе с проводящими стенками, выполнено в системе TALGAT [5]. Рассматривалось шесть вариантов изменения расстояния от края диэлектрика до боковых стенок (b) и от края проводников до верхней и нижней стенок экрана (k) в диапазоне 200–2000 мкм с шагом 600 мкм. При моделировании оценивались значения максимального напряжения в конце активного проводника Umax и временные интервалы между импульсами разложения Δti ($\Delta t1$ – интервал между первым и вторым импульсами, $\Delta t2$ – интервал между вторым и третьим импульсами, $\Delta t3$ – интервал между третьим и четвертым импульсами).

На основе полученных результатов сделаны следующие выводы:

1. При b=k=200 мкм значение Umax увеличилось до 0,999 В по сравнению со значением амплитуды при отсутствии корпуса, где Umax=0,625 В. Это связано с наложением первого и второго импульсов друг на друга, что и привело к росту амплитуды. Начиная с b=k=800 мкм значение Umax становится примерно одинаковым и не превышает 0,629 В.
2. Наиболее сильное влияние значения расстояния от стенок корпуса до МФ оказывают на значения временных интервалов между импульсами разложения. Наблюдается увеличение этого значения при увеличении b и k, при этом в диапазоне b=k=200–800 мкм наблюдается наложение первого и второго и второго и третьего импульсов соответственно, при b=k=1400 мкм второй и третий импульса находятся вблизи, а при b=k=2000 мкм наложений нет и наблюдается максимальное значение $\Delta t3$.
3. Изменения значений b и k одинаково влияют на Umax, при одновременном уменьшении этих значений Umax незначительно возрастает. Изменение только значения b при фиксированном значении k практически не влияет на значения временных интервалов между импульсами разложения. Между тем уменьшение расстояния k сильно повлияло на значения временных интервалов между импульсами разложения: увеличилось значение $\Delta t1$ (в 1,01 раза), уменьшились значения $\Delta t2$ (в 1,26 раза) и $\Delta t3$ (в 1,3 раза) по сравнению с b=k=2000 мкм.

Таким образом, расстояние от стенок корпуса до МФ существенно влияет на значения временных интервалов между импульсами разложения. Увеличение этого расстояния приводит к разносу импульсов разложения и ликвидации наложений, однако не ведёт обратно к характеристикам оптимизированного зеркально-симметричного МФ, где все интервалы выравнены. При этом зеркально-симметричный МФ в корпусе (когда нет наложения импульсов) способен разложить СКИ на импульсы с максимальным напряжением примерно в 7,98 раз меньше его ЭДС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту RFMEFI57417X0172.

Список литературы

1. Study and classification of potential IEMI sources / N. Mora, F. Vega, G. Lugrin, F. Rachidi, M. Rubinstein // System and assessment notes. – № 41. – 8 July 2014.

2. Gazizov A.T. UWB pulse decomposition in simple printed structures / A.T. Gazizov, A.M. Zabolotsky, T.R. Gazizov. – IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 2016. – № 4(58). – P. 1136–1142.

3. Газизов Т.Р., Заболоцкий А.М. Модальное разложение импульса в отрезках связанных линий как новый принцип защиты от коротких импульсов // Технологии ЭМС. 2006. №4 (19). С. 40–44.

4. Белоусов А.О., Е.Б. Черникова, А.М. Заболоцкий // Трехкритериальная оптимизация как ресурс для совершенствования зеркально-симметричного модального фильтра // // Материалы 23-й международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс-23-2017)», г. Томск, 24 ноября 2017. С. 150–154.

5. Куксенко С.П., Заболоцкий А.М., Мелкозеров А.О., Т.Р. Газизов //Новые возможности системы моделирования электромагнитной совместимости TALGAT / Доклады ТУСУР. 2015. №2 (36). С. 45–50.

Методика измерения диаграммы направленности, формируемой активной фазированной антенной решеткой

Шиндель М.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Савилкин С.Б.
МАИ, Подольск
shindelmarina@mail.ru

В процессе настройки и испытаний активной фазированной антенной решётки (АФАР) необходимо измерять её радиотехнические характеристики, такие как: диаграмма направленности (ДН), уровень боковых лепестков (УБЛ), эквивалентная изотропная излучаемая мощность (ЭИИМ).

Измерения радиотехнических характеристик АФАР особенно сложны. Помимо точности измерений, для их проведения требуется строительство больших полигонов и наличие дорогостоящего оборудования.

Главной измеряемой характеристикой является диаграмма направленности. Снять ДН можно двумя основными методами: методом ближней зоны или методом дальней зоны.

При использовании метода дальней зоны необходимо, чтобы между исследуемой и вспомогательной антеннами соблюдалось расстояние, удовлетворяющее условию дальней зоны антенны.

Для измерений методом дальней зоны необходимо наличие большого полигона, поэтому в условиях предприятия этот метод не подходит.

Измерения в ближней зоне требуют применения специальных дорогостоящих сканеров, которые размещают в безэховой камере. Эти сканеры измеряют электромагнитное поле перед раскрывом антенны. На основании измеренных данных восстанавливается диаграмма направленности антенны с использованием уравнений Максвелла.

Однако в условиях предприятия нет возможности измерять АФАР ни в ближней, ни тем более в дальней зоне. Для такого случая используется метод косвенных измерений фазы, заключающийся в измерении АФАР на расстоянии, являющемся дальней зоной для отдельного излучающего модуля АФАР. С помощью математических преобразований полученных фаз с каждого излучающего модуля строится ДН всей АФАР.

Данный метод позволяет измерить разность фаз электромагнитного поля, последовательно формируемого элементами изделия АФАР, в режиме передачи и применяется при испытаниях изделий антенной техники.

Измерения выполняются поэлементно в режимах функционирования АФАР – отклонённый луч и не отклонённый. Отклонение осуществляется дискретно. Положение главного максимума соответствует направлениям «-13º» и «+13º» в угломестной и азимутальной плоскостях. Измерительное расстояние между излучателем АФАР и неподвижным рупором составляет 3м, что соответствует условию дальней зоны для отдельного излучающего модуля. Диаграмма направленности АФАР строится на основе полученной матрицы фаз всех элементов АФАР с помощью математического моделирования.

Внедрение данного метода позволяет измерять радиотехнические характеристики АФАР с требуемой точностью при минимальных затратах средств и времени. Кроме того, представленный метод исключает возможность нанесения вреда персоналу, так как АФАР не работает на полной мощности.

Применение функции сглаживания при анализе результатов измерений неравномерностей амплитудно-частотных характеристик бортовых ретрансляционных комплексов космических аппаратов

Шугурова К.В., Щербаков А.В., Бурдуковская Н.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Большаков Д.А.
АО «ИСС», Железногорск
k_shugurova@bk.ru

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) транспондера бортового ретрансляционного комплекса (БРК) космического аппарата (КА) – одна из основных характеристик, измеряемых на этапе наземной экспериментальной отработки (НЭО): неравномерность АЧХ влияет на сохранность спектра входного сигнала на выходе транспондера БРК.

Наиболее распространенный метод измерения АЧХ основан на использовании векторного анализатора цепей (ВАЦ) и технологической оснастки (коммутаторов, комплектов технологических кабельных сборок и т.д.). При этом ряд испытаний НЭО БРК проводится в специфических условиях, вследствие чего к технологической оснастке предъявляются более жесткие требования. Так, например, во время электротермовакуумных испытаний в термовакуумной камере длины кабелей могут достигать 11 м и более, вследствие этого, а также возможных дополнительных источников отражений в плоскостях соединителей, потери сигнала на пути его распространения до точки подключения к БРК (от порта ВАЦ до направленного ответвителя БРК) очень велики, а измеренная АЧХ сильно зашумлена. При этом использование функции deambedding [Л] не позволяет получить адекватные результаты. Подобная ситуация возникает и во время испытаний БРК на орбите вследствие большого расстояния от земной станции до КА – как и во время испытаний по открытым трактам на заводе-изготовителе (высокочастотные испытания). Дополнительно усложняет задачу необходимость проведения испытаний в широком диапазоне частот.

В работе предложен алгоритм оценки АЧХ на основе применения функции сглаживания, принцип работы которого реализован в скрипте, разработанном в программной среде MATLAB. Скрипт позволяет выбрать минимальный необходимый процент сглаживания АЧХ для устранения паразитных шумовых выбросов. Приведены результаты математического эксперимента условий измерения АЧХ БРК КА.

Разработанный скрипт может быть использован на этапе НЭО в качестве первоначальной оценки измеряемой АЧХ БРК КА для выбора процента сглаживания и дальнейшего его использования в автоматизированном ПО. Использование скрипта позволит избежать многократного переизмерения АЧХ, за счёт чего общее время испытаний и общие сроки изготовления КА.

Литература

Bolshakov D.A., Burdukovskaya N.N., Shugurova K.V. Optimization of automatic exclusion algorithm of the vector network analyzer measuring equipment. IX International Multidisciplinary Scientific and Research Conference "Modern Issues in Science and Technology", workshop "Advanced Technologies in Aerospace, Mechanical and Automation Engineering", 20–28 October 2018, Krasnoyarsk, Russian Federation.

Методика повышения надежности работы тестового оборудования на этапе функционального контроля СБИС

Юлдашев А.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Назаров А.В.
МАИ, Москва
Sardou@yandex.ru

Завершающей стадией создания сверхбольших интегральных схем (СБИС) является их серийное производство, которое в конечном итоге и определяет качество функционирования микросхемы. Контроль функциональности и тестирование интегральных структур представляют собой обязательные этапы на производстве СБИС. В настоящее время процесс подготовки и тестирования электронного изделия на производстве включает разработку электрической измерительной оснастки

для конкретной СБИС и системы функциональных тестов приемки СБИС на производстве с использованием логических анализаторов.

В работе рассматриваются проблемы тестирования СБИС, связанные с обеспечением надежности работы средств функционального контроля, входящих в состав современных испытательных стендов. Для повышения надежности измерительной оснастки, входящей в состав названных стендов, решались задачи:

1) разработки печатного модуля для измерительной оснастки и контактирующих устройств, необходимых для совместимости и надежного соединения каналов логического анализатора с выводами СБИС;

2) оптимального назначения множества каналов логического анализатора на множество выводов СБИС по критериям минимума длины проводников и максимальной помехозащищенности;

3) разработки теста и методики функционального контроля для проверки электрических параметров СБИС.

В тестирующем оборудовании (электрическая оснастка) установлены сотни экземпляров контактирующих устройств для подключения проверяемых СБИС. Без применения средств автоматизации решение указанной выше задачи назначения весьма трудоемко. Для ее выполнения разработаны специальный программно-аппаратный комплекс и методика тестирования КУ, позволяющие выявлять неисправности индивидуально в каждом КУ, что значительно повышает эффективность всего цикла функционального контроля СБИС.

Секция №4.3 Наукоёмкие технологии производства аэрокосмического приборостроения и радиоэлектроники

Гофрирование поверхности углеродного волокна при обработке потоком ионов гелия плазменного ускорителя с анодным слоем

Аникин В.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Борисов А.М.
МАИ, Москва
anikin_vasil@mail.ru

В работе экспериментально исследованы морфологические изменения поверхности высокомодульного углеродного волокна «Кулон» на основе ПАН-волокна при высоких флюенсах облучения полиэнергетическим пучком ионов гелия со средней энергией ионов до 3 кэВ, генерируемым плазменным ускорителем с анодным слоем. Напряжение разряда в ионном источнике составляло 3.5 – 4.5 кВ, ток разряда – 0.2 А при давлении с напуском гелия $2 \cdot 10^{-1}$ Па. За 2 часа облучения мишень нагревалась до температур 100 – 150 °С. Исследования морфологии поверхности проводили с помощью растровой электронной микроскопии (РЭМ). Сравнение РЭМ-изображений показало, что в процессе ионного облучения на исходно гладкой поверхности волокна образуется гофрированная структура. Подобное явление гофрирования поверхности углеродных волокон на основе ПАН наблюдалось при облучении ионами аргона, неона и азота с энергиями порядка единиц десятков кэВ [1]. Предполагается, что во всех отмеченных случаях формирование субмикронных призматических элементов на поверхности обусловлено одним и тем же ионно-индуцированным процессом. Установленные в работе [1] корреляции ионно-индуцированного гофрирования с размерными изменениями углеродного волокна при нейтронном облучении позволили предположить, что за процесс гофрирования поверхности отвечают обусловленные радиационной генерацией пар Френкеля фундаментальные анизотропные процессы сжатия кристаллитов графита в базисной плоскости и расширения в направлении, перпендикулярном к плоскости базиса [2]. При этом радиационно-индуцированная пластичность графита обеспечивает целостность материала. Ионное облучение оказывает воздействие на тонкий наноразмерный поверхностный слой. В текстурированной оболочке волокна на основе ПАН происходит сжатие слоя в направлении оси волокна, его расширение в перпендикулярном оси направлении, а также образуются большие механические напряжения между облучаемым слоем и остальной частью волокна. Если при нейтронном облучении радиационное формоизменение происходит для всего образца графитового материала, то при ионном облучении макроразмеры волокна измениться не могут, и аккомодация напряжений в оболочке путем пластической деформации вызывает ее гофрирование. Для пластической деформации графита характерным является двойникование с формированием морфологических элементов призматической формы.

Список литературы

1. Андрианова Н.Н., Аникин В.А. Борисов А.М., Машкова Е.С., Казаков В.А., Овчинников М.А., Савушкина С.В.// Изв. РАН. Сер. физич. 2018. Т. 82. С. 140–145.
2. Burchell T.D., MRS Bulletin. 1997. V. 22(4). P. 29-35.

Разработка и исследование методики оценки качества лазерного гироскопа с применением вариации Аллана

Апраксина А.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
allochka.95@mail.ru

На современных летательных аппаратах для решения навигационных задач в качестве основных источников полетной информации широко применяются бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС). К числу ведущих организаций, занимающихся разработкой БИНС авиационного назначения, относится ПАО «Московский институт электромеханики и автоматики» (МИЭА).

В БИНС производства ПАО «МИЭА» основными чувствительными элементами являются лазерные гироскопы, выполняющие роль датчиков угловых скоростей.

Лазерные гироскопы (ЛГ) являются наиболее распространёнными датчиками угловых скоростей в связи с тем, что они имеют достаточно высокую точность и малые массогабаритные характеристики

по сравнению с классическими механическими гироскопами, более высокий ресурс работы и надёжность, малое время готовности. Однако лазерные гироскопы обладают низкой технологичностью, связанной со сложностью изготовления. Кроме того, конструктивные особенности ЛГ имеют следующие недостатки: явление захвата, приводящее к нелинейности выходного сигнала; зависимость масштабного коэффициента от периметра оптического контура; смещение нуля выходных характеристик. Влияние перечисленных недостатков на работу прибора минимизируется путём конструктивно-технологических решений.

В настоящее время для оценки уровня дрейфа лазерных гироскопов и, таким образом, оценки их точностных параметров в ПАО «МИЭА» используется методика, основанная на определении среднеквадратического отклонения значений дрейфа от среднего значения дрейфа за час работы измерительного прибора. Однако это не единственный способ определения качества высокоточного измерительного прибора, каким является лазерный гироскоп. В ряде литературных источников для решения данной задачи рекомендуется использовать методику, основанную на использовании вариации Аллана.

С целью изучения других подходов анализа шумовых составляющих выходного сигнала ЛГ автором была проанализирована отечественная и зарубежная литература по данной тематике. В работе отмечены некоторые из них, оказавшие наибольшее влияние на ход работы по изучению методик оценки шумов измерительных приборов, в частности, по исследованию метода девиации Аллана.

Рассматриваются различные методы оценки качества лазерных гироскопов по результатам испытаний, даётся обоснование выбора метода вариации Аллана. Метод вариации рассматривается в несколько этапов: дается его описание, проводится анализ шумовых составляющих дрейфа лазерного гироскопа, представлены преобразования вариации Аллана и связь спектральной плотности мощность с вариацией Аллана, показана разработка методики анализа дрейфа лазерного гироскопа методом вариации Аллана, а именно приводятся методики ручного расчёта девиации Аллана и расчёта с помощью оригинальной программы. Кроме того, разрабатываются методики определения коэффициентов шумовых составляющих дрейфа гироскопа: по графику девиации Аллана и с помощью метода наименьших квадратов. Проведено сравнение разработанных методик.

Дается описание применяемого для проведения исследований автоматизированного рабочего места, используемого при проведении экспериментальной отработки разработанной методики оценки качества серийных и опытных лазерных гироскопов.

Исследование навигационного комплекса летательного аппарата

Борисова И.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
irunchik_ok@mail.ru

Рассматриваемый навигационный комплекс служит для автоматического измерения с высокой точностью в процессе полёта летательного аппарата величины ускорения силы тяжести g с целью получения данных о координатах его местоположения и скорости движения, что является необходимым для решения навигационных задач[1].

В качестве датчиков первичной информации в состав навигационного комплекса входят: динамически настраиваемый гироскоп (ДНГ), акселерометры с упругим подвесом подвижной системы, гравиметрический чувствительный элемент (ГРЧЭ), волоконно-оптический гироскоп (ВОГ)[2].

В качестве датчиков линейных ускорений используются акселерометры, для которых выделен отдельный канал преобразования. Выходом ГРЧЭ является напряжение U на измерительной обмотке ГРЧЭ. Для измерения величины угла отклонения ротора ДНГ с вертикальным положением кинетического момента от исходного положения сигнал с датчика угла после преобразования в частоту поступает на коммутатор[3]. Цифровой код, снимаемый со счетчиков, поступает в MicroPC. Сигналы управления следящих систем, выработанные в ЦПУ, подаются через ЦАП на моментные двигатели ДМХ, ДМY следящих систем.

Таким образом представленная система выпускается серийно и отличается высокой точностью позиционирования летательного аппарата с использованием гравиметра.

Список литературы

1. Асс Б.А., Жукова Н.М. Детали и узлы авиационных приборов и их расчёт/ Под ред. Е.Ф. Антипова - М.: Машиностроение, 1996. – 320 с.

2. Павлов В.А. Теория гироскопа и гироскопических приборов. – Л.: Судостроение, 1964. 457 с.
3. Пельпор Д.С., Матвеев В.А., Арсеньев В.Д. Динамически настраиваемые гироскопы.- М.: Машиностроение, 1988.

Исследование функциональных элементов лазерных гироскопов при его конструктивно -технологической отработке с целью повышения качества

Вишняков М.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
Elgrosso@yandex.ru

В настоящее время в качестве основных чувствительных элементов БИНС применяются следующие типы наиболее перспективных гироскопических датчиков: лазерные гироскопы (ЛГ), волоконно-оптические гироскопы (ВОГ).

Для повышения точности работы лазерных гироскопов в их структуре имеются: система виброчастотной подставки, система стабилизации периметра лазерного излучения, система вычета информационного сигнала и другие элементы.

ПАО «Московский институт электромеханики и автоматики» (ПАО «МИЭА») является одной из ведущих организаций по разработке отечественных БИНС, используемых в авиастроительной отрасли. Предприятием созданы следующие БИНС, принятые к серийному производству: БИНС-СП-1 с погрешностью счисления координат ЛА не более 3,7 км за час полёта (3-й класс точности) и БИНС-СП-2 с погрешностью счисления координат ЛА не более 1,87 км за час полёта (2-й класс точности). Данные системы предназначены для определения местоположения объекта, комплексной обработки и выдачи навигационно-пилотажной информации. Системы способны в автономном режиме в условиях отсутствия сигналов извне определять координаты и параметры движения ЛА, на котором установлены. В качестве датчиков первичной информации в данных БИНС используются лазерные гироскопы и кварцевые акселерометры (АК).

В докладе рассматриваются особенности работы данных функциональных элементов, технологические приемы, позволяющие повышать точностные характеристики ЛГ и АК. Кроме того, рассматривается методика и состав испытаний пьезоэлектрических преобразователей и виброчастотной подставки. Проводится анализ влияния на характеристики качества изготовления комплектующих и сборки. Даётся расчет схемы пассивной компенсации температурных уходов периметра. Анализируются потери резонатора, величина зоны захвата, шумовая составляющая погрешность и температурные тренды.

Исследование графена сканирующим туннельным микроскопом

Воронин О.А.
Научный руководитель — к.т.н. Горожеев М.Ю.
МАИ, Москва
woronwolkoleg@gmail.com

В современных реалиях в различных материалах подчас имеет значение молекулярная структура вещества, расположение атомов в нём. Одним из способов исследования материалов с атомарным разрешением является применение сканирующих туннельных микроскопов (СТМ). Особенностью данного метода является использование квантового туннельного эффекта, возникающего при определённых условиях между сканируемой поверхностью и иглой микроскопа и позволяющего с высокой точностью составлять рельеф данной поверхности.

Тем не менее, у такого метода есть ограничения: сканируемая поверхность должна проявлять проводящие свойства. Таким образом, на первый взгляд, сканирование такого перспективного материала как графен, не представляется возможным. Графен широко используется в совершенно различных сферах, но наиболее известно его применение в микроэлектронике, конденсаторах и различных покрытиях, а также при создании сверхпрочных углеродных нанотрубок и фуллеренов, применяемых в области нанотехнологий и новых материалов. Структура графика представляет собой наложенные друг на друга слои, имеющие шестигранную атомную структуру и толщину в один атом углерода, поэтому данный материал и был выбран в качестве исследуемого образца.

Тем не менее, обойти вышеупомянутое ограничение вполне реально. Эта проблема и была решена в данной работе.

В ходе эксперимента путём нанесения исследуемого вещества на проводник (алюминий) были получены сканы графена, размеры наиболее детального из которых составляли 120*93 нанометров. Были частично найдены шестигранные атомарные структуры, составляющие основу этого материала.

Также в работе были рассмотрены теоретические основы туннельного эффекта, на базе которого действует данный тип микроскопов.

Оптические свойства фторуглеродных покрытий, сформированные ионно-плазменными методами при атмосферном давлении в матричном режиме нанесения

Гамаюнов С.М., Шведов А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва
navigator7500@yandex.ru

Современные оптоэлектронные изделия подвергаются большому количеству внешних немеханических воздействий, в результате чего их жизненный ресурс ограничен. Эту проблему можно решить при помощи нанесения защитных покрытий на корпуса светочувствительных элементов. В качестве защитных покрытий чаще всего используют углеродосодержащие пленки. Все более привлекательным становятся методы ионно-плазменного нанесения покрытия при атмосферном давлении, которые обладают рядом преимуществ, таких, как отсутствие создания и поддержания вакуума, и относительно небольшая стоимость оборудования. Целью данной работы является создание фторуглеродного покрытия при помощи плазмотрона низкотемпературной плазмы при атмосферном давлении и изучение его толщины, а также оптических свойств.

С целью обработки подложки по площади производится формирование пленки в матричном режиме нанесения, который представляет собой многоточечное нанесение покрытия на поверхность с фиксированным расстоянием между точками.

Для нанесения фторуглеродных покрытий была использована экспериментальная установка, в основе которой лежит низкочастотный плазмотрон атмосферного давления, закрепленный на ЧПУ установке, который перемещается над координатным столом в трёх плоскостях. Формирование покрытий проводилось при подаче в сопло плазмотрона нескольких потоков газов: плазмообразующего газа – аргона, транспортного газа – тетрафторметана и плёнкообразующего газа – циклогексана. При этом, меняя основные технологические параметры: расстояние плазмотрон-подложка (от 15 – 21 мм), время нанесения (от 5 – 15 с), расстояние между точками нанесения (от 3 – 5 мм), получали образцы с различной толщиной и рельефом покрытия. Нанесение производилось на монокристаллический кремний и полиэтилентерефталат.

Были проведены исследования влияния технологических параметров процессов нанесения на толщину и оптические свойства сформированных покрытий. Максимальная толщина покрытия была достигнута при расстоянии плазмотрон-подложка 15 мм. Скорее всего, это связано с тем, что дуга плазмотрона формируется в более ровный поток при меньшем расстоянии от плазмотрона до заземленной поверхности. При этом зависимость от времени нанесения покрытий проявляется не так сильно. С увеличением расстояния незначительно увеличивается диаметр покрытия, однако его толщина уменьшается. Нанесение покрытия – в матричном режиме нанесения по вершинам треугольника с расстоянием 3 мм между вершинами, итоговое покрытие получается наиболее толстым, однако при расстоянии 5 мм покрытие имеет наиболее ровный рельеф. Это можно объяснить тем, что когда расстояние между вершинами треугольника 3 мм, все три точки нанесения накладываются друг на друга. Однако при увеличении этого расстояние, нанесение производится с повышенной равномерностью по всей площади треугольника. Была экспериментально установлена резонансная частота газового разряда, равная 113 кГц, при которой газовый разряд плазмотрона достигал наибольшей интенсивности, а получаемые покрытия имели наибольшую толщину.

Исследование спектров фотопоглощения позволило установить влияние полученных покрытий на степень фотопропускания. Влияние технологических параметров нанесения на спектры незначительное. По методу Тауца была установлена средняя ширина запрещенной зоны равная 4,18 эВ, которая соответствует диэлектрическому материалу.

Исследование модификации электродных углеродных материалов оксидом марганца для химических источников тока

Дителева А.О., Кукушкин Д.Ю.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
anna.diteleva@mail.ru

Сейчас особый интерес при разработке химического источника тока представляет разработка технологий получения электродных материалов, позволяющих увеличивать фарадеевскую псевдоемкость. К таким электродам относятся наноструктурированные материалы с добавлением оксидов металлов, имеющие высокую удельную площадь поверхности.

Учитывая характер фарадеевского процесса – окислительно-восстановительные реакции, которые участвуют в хранении энергии – электрохимические конденсаторы на основе оксидов металлов могут увеличить удельную емкость и плотность энергии, но при этом они имеют меньшую плотность мощности и продолжительность циклов заряда/разряда. Широко известны электродные материалы, включающие оксид рутения (RuO_2), оксид марганца (MnO_x), оксид железа (Fe_3O_4), оксид никеля (NiO) и др.

Наиболее интересными материалами являются электроды с оксидом рутения RuO_2 вследствие высокой удельной емкости, хорошей проводимости. Однако он имеет высокую стоимость, поэтому его применение не всегда целесообразно. К недорогим материалам относятся оксид марганца (MnO_2), оксид никеля (NiO), оксид железа (Fe_3O_4), оксид цинка (ZnO), оксид титана (TiO_2), которые могут применяться в композиционных электродных материалах для электрохимических конденсаторов.

Сейчас широко изучается оксид марганца MnO_2, который имеет низкую стоимость, экологичность, удобство в эксплуатации, приемлемую сохраняемость и приемлемые электрические характеристики. Однако оксидмарганцевый электрод имеет плохую проводимость, в связи с чем его емкостные характеристики и характеристики мощности ограничены. Возможным путем повышения способности хранить заряд является использование проводящих, пористых, высокоуглеродных материалов на основе углерода. Повышение способности хранения заряда происходит за счет сокращения расстояния переноса электронов. Кроме высокоразвитой поверхности, электродные материалы должны иметь низкое электрическое сопротивление вдоль и поперек волокна, определяющее внутреннее сопротивление источника, ограничивающее его токоотдачу.

В данной работе был разработан химический источник тока на основе системы Li–MnO_2. В качестве катода ХИТ использовалось пористое углеродное волокно «Бусофит», модифицированное оксидом марганца. Углеродное волокно «Бусофит» имеет большую активную площадь – 300-1500 $м_2$/г и представляет из себя материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 5 до 15 мкм, образованных преимущественно атомами углерода. Анодным материалов являлось углеродное волокно «Бусофит» с напыленным слоем титана. В качестве электролита использовался перхлорат лития $LiClO_4$, смешанный с пропиленкарбонатом.

В ходе работы было выявлено, что удельная энергоемкость таких образцов при первичных измерениях составляет 12 Вт*ч/кг, что в 2,5 раза превышает характеристики образцов без модификации оксидом марганца. Выявлено, что модификация катода оксидом марганца позволяет уменьшить внутреннее сопротивление ESR в 15 раз при первичном измерении. Также при сборке подобных образцов наблюдается увеличение удельной энергоемкости в 15 раз и уменьшения внутреннего сопротивления ESR в 10 раз спустя три месяца даже без тренировок образцов. Таким образом, можно ожидать увеличения удельной энергоемкости ХИТ, модифицированных оксидом марганца, до ~200-250 Вт*ч/кг спустя пару месяцев после изготовления.

Можно сделать вывод, что модификация пористых углеродных электродов оксидом марганца MnO_2 является актуальной и своевременной задачей в области разработки материалов для химических источников тока и конденсаторных структур. В настоящее время исследования в этой области продолжаются.

Сферы применения МЭМС-устройств

Дрягин И.О., Петросян Ш.Г., Анферова М.С.
МАИ, Москва
ivandryagin@yandex.ru

Микромеханическое устройство, в которое встроена электронная / электрическая система, изготовленная посредством сочетания процессов производства интегральных схем и

микрообработки, называется микроэлектромеханической системой (МЭМС). Интеллектуальная электронная системная часть интегрирована таким же образом, как и устройство ИС. Наиболее популярным материалом, используемым для МЭМС, является кремний из-за его полупроводниковых, физических и коммерческих свойств.

Микроэлектромеханические системы состоят из механических элементов, исполнительных механизмов, электрических и электронных устройств на общей кремниевой подложке. Размер МЭМС-компонентов находится в диапазоне от 1 до 100 мкм, а размер самого МЭМС-устройства измеряют в диапазоне от 20 мкм до миллиметра.

Некоторые из преимуществ МЭМС-устройств:

1. Очень маленькие размер, масса, объем
2. Очень низкое энергопотребление
3. Низкая стоимость
4. Легко интегрировать в системы или модифицировать
5. Малая тепловая постоянная
6. Устойчивость к вибрации, ударам и радиации
7. Улучшенный допуск теплового расширения
8. Параллелизм.

Технология МЭМС находит применение в следующих областях:

1. Автомобильный сегмент: системы подушек безопасности, системы безопасности транспортных средств, регулировка фар, системы обнаружения неисправностей, автоматические дверные замки, активная подвеска;
2. Потребительский сегмент: бытовая техника, спортивные тренажеры, компьютерная периферия, автомобильные и персональные навигационные устройства, активные сабвуферы;
3. Промышленный сегмент: обнаружение землетрясения и отключение газа, системы обнаружения сбоев работы машин, датчики удара и наклона;
4. Военный сегмент: РЛК, танки, самолеты, БПЛА, экипировка для солдат.

Коммерческие применения включают в себя:

1. Струйные принтеры, в которых используются пьезоэлектрические или термические элементы для нанесения чернил на бумагу;
2. Акселерометры в современных автомобилях для большого количества целей, включая развертывание подушек безопасности при столкновениях;
3. Акселерометры в устройствах бытовой электроники, таких как игровые контроллеры, персональные медиаплееры / сотовые телефоны и ряд цифровых камер;
4. МЭМС-гироскопы;
5. Силиконовые датчики давления (например, датчики давления в автомобильных шинах и одноразовые датчики кровяного давления);
6. Проекторы (например, DMD-проектор, на поверхности которого находятся несколько сотен тысяч микрозеркал);
7. Технология оптической коммутации, которая используется для технологии коммутации и выравнивания для передачи данных;
8. Применение дисплея интерферометрического модулятора (IMOD) в бытовой электронике (в первую очередь дисплеи для мобильных устройств);
9. Улучшенная производительность от индукторов и конденсаторов благодаря появлению технологии РЧ-МЭМС.

Устройства, используемые в области ОПК, включают в себя:

1. Акселерометры и гироскопы для инерциальной навигации;
2. Датчики давления;
3. РЧ и перестраиваемые фильтры для связи;
4. РЧ МЭМС-переключатели в ФАР и АФАР современных РЛК;
5. Настраиваемые зеркальные матрицы для адаптивной оптики;
6. Микроисточники и турбины;
7. Управление движением и ориентацией;
8. Биореакторы и биодатчики, микрофлюидика;
9. Терморегуляторы.

Разработка двухконтурной системы амортизации для бесплатформенных инерциальных навигационных систем

Илиеш Д.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
dragon_263rus@mail.ru

Одной из важнейших задач, решаемых в процессе пилотирования летательного аппарата (ЛА), является определение положения ЛА в пространстве. Данная задача успешно решается бесплатформенными инерциальными навигационными системами (БИНС) на базе лазерных гироскопов и кварцевых акселерометров. БИНС формирует навигационную информацию и преобразует её к виду, удобному для управления ЛА. К таким навигационным системам, относятся системы производства ПАО «МИЭА».

Важнейшей частью БИНС производства ПАО «МИЭА» является блок чувствительных элементов, в который в качестве датчиков первичной информации входят лазерные гироскопы и кварцевые акселерометры. В процессе работы БИНС вырабатываются данные об угловом и линейном перемещениях, поступающие в бортовую цифровую вычислительную машину.

В процессе работы БИНС подвергается воздействию различных внешних факторов. Одним из таких факторов является вибрационное воздействие, создаваемое двигательными установками ЛА. Как показали исследования, на некоторых ЛА с турбовинтовыми двигателями происходит ухудшение точностных параметров навигационной системы, связанное с вибрационным воздействием. Для снижения влияния вибрационного воздействия на точностные параметры БИНС в ПАО «МИЭА» была разработана двухконтурная система амортизации, построенная на оригинальных амортизаторах производства ПАО «МИЭА» и серийно выпускаемых амортизаторах АП.

В процессе работы проанализирована конструкция двухконтурной системы амортизации, представлены амплитудно-частотные характеристики контуров амортизации и изложены рекомендации, которые использовались при разработке.

Список литературы

1. Измайлов Е.А., Кухтевич С.Е., Тихомиров В.В., Стафеев Д.В., Фомичев А.В. Анализ составляющих дрейфа лазерного гироскопа//Гироскопия и навигация. 2015. №2 (89). С. 40.
2. Ричард Бейкер. Введение в вибрацию, Ling dynamic system, 2008 - 41 с.

Разработка и исследование методик калибровки микромеханической гироскопической вертикали при ее производстве

Каверин А.С.
Научный руководитель — доцент Матюхин Д.И.
МАИ, Москва
alekseyk2208@gmail.com

Интенсивное развитие микромеханических датчиков позволило создать приборы, обладающие многочисленными преимуществами: компактностью; высокой надежностью; малым потреблением энергии; малой стоимостью. На базе микромеханических гироскопов и акселерометров строятся одноосные и трехосные измерители угловых скоростей и линейных ускорений для пилотажных систем управления, гиро- и курсовертикали для гражданских и военных самолетов, бесплатформенные инерциальные системы со спутниковой коррекцией для управляемых снарядов и беспилотных самолетов, а также для пилотируемых летательных аппаратов в качестве резервных измерителей пространственных углов их ориентации и угловых скоростей перемещения относительно осей связанной с летательным аппаратом системы координат.

Микромеханическая гироскопическая вертикаль предназначена для определения направления истинной вертикали на летательных аппаратах. Одними из важнейших показателей качества прибора являются его динамические характеристики.

Во время полета ЛА на приборы действуют внешние и внутренние факторы, приводящие к дополнительным погрешностям. Компенсация данных погрешностей возможна за счет использования материалов с определенными характеристиками, высокого качества изготовления и сборки деталей. Возможна также алгоритмическая компенсация.

Калибровка является важным этапом производства, значительно повышающим точность измерительного прибора. В докладе рассматриваются: температурная зависимость нулевого сигнала, температурная зависимость масштабного коэффициента, зависимость нулевого сигнала от действия

линейного ускорения, зависимость нулевого сигнала от влияния перекрестных связей. Методика алгоритмической компенсации выходного сигнала заключается в том, чтобы определить конкретные для каждого изделия величины масштабных коэффициентов. Для анализа выходных параметров микромеханической вертикали и последующего уменьшения погрешностей было разработано программно-математическое обеспечение и комплекс испытательного и измерительно-вычислительного оборудования – автоматизированное рабочее место (АРМ). Калибровочные коэффициенты, полученные в процессе испытаний, записываются в микропроцессор прибора. Эффективность данной методики подтверждена испытаниями опытных образцов в условиях производства.

Ионно-плазменное модифицирование углеродной ткани Бусофит для СКС и ХИТ

Ковалев И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
kowaliow.vanya2011@yandex.ru

В работе изучается ионно-плазменное модифицирование углеродного волокна на основе вискозы углеродной ткани Бусофит Т-040 и УВИС-АК-Т-0,45, являющихся перспективными для использования в структурах сверхъемких конденсаторных систем (СКС) и химических источников тока (ХИТ).

Для минимизации сопротивления контакта металлический слой – Бусофит, а также для снижения сопротивление на контакте между слоями Бусофита и повышения удельных ёмкостных характеристик наносятся тонкие пленки переходных металлов. Нанесение длительностью от 5 до 90 мин приводило к образованию на образце-свидетеле титановой пленки от 0.5 до 8 мкм.

Модифицирование поверхности Бусофита проводилось на установке УМРМ-1 с использованием виртуального анода и титанового катода, который являлся распыляемой мишенью. В качестве плазмообразующего газа использовали аргон при рабочем давлении от 2 до 6 мТорр [Л].

В целях защиты покрытия титана от окисления на металлизированную поверхность Бусофита наносится защитный барьерный слой нитрида титана (TiN).

Исследования образцов методом растровой электронной микроскопии выявили наличие глобулярной структуры титановой плёнки и отслаивание покрытия, вследствие которых снижается эквивалентное последовательное сопротивление (ESR) и увеличивается поверхностная площадь образцов. Образцы толщиной более 4 мкм имеют участки, закрывающие полностью рельеф углеродной ткани. С увеличением толщины слоя титана на углеродной нити растет асимметрия покрытия. Сторона, которая расположена ближе к магнетрону, имеет слой титана значительно большей толщины. Наблюдается эффект затенения.

Рентгеноспектральный микроанализ показал, что в покрытии присутствуют углерод, титан и азот (в случае с нитридом титана), при этом других элементов на спектрах не наблюдается. Это позволяет сделать вывод о достаточной чистоте электродных материалов, получаемых по вакуумной технологии.

Выявлено, что ионно-плазменная обработка позволяет получить удельную ёмкость до 20 мкФ/см^2, что в 30 раз выше, чем у необработанного материала.

Образцы с нитридом титана обладают сопротивлением ниже, чем титан, и более мелкой структурой, благодаря чему ещё больше увеличивается удельная поверхность, что в дальнейшем повышает перспективу его использования в конденсаторных ячейках.

Литература

M Borisov, A & L Bogdashkina, N & V Gerasimov, M & E Kasatkin, V & A Kovalev, I & V Korobeinikov, E & V Sleptsov, V & A Schur, P. Modification of carbon textile Busofit T-040 by plasma treatment. Journal of Physics: Conference Series., 2018., Vol. 1121., P. 1–4 DOI: 10.1088/1742-6596/1121/1/012009.

Микросуперконденсаторы как новый подход к конструированию перспективных электрохимических конденсаторов

Козлов А.П.
Научный руководитель — Дителева А.О.
МАИ, Дубна
iglenarvan@gmail.com

С каждым годом во всём мире появляется больше электронных, мобильных устройств. Такие устройства поставляются с аккумуляторами, которые, несмотря на многообразие и повсеместное применение, имеют существенные недостатки: ограниченный срок службы – около 500 циклов заряда-разряда, долгое время зарядки, невозможность отдачи больших токов, вероятность взрыва и возгорания и др. Данные недостатки могут быть преодолены с использованием суперконденсаторов (СК), но, к сожалению, современные техпроцессы не способны обеспечить их производство в миниатюрных размерах – для работы в небольших устройствах. Поэтому для решения такой комплексной проблемы необходим качественно новый подход к разработке СК.

Исследования в этих и других областях показывают, что СК возможно микроминиатюризировать, размещая их непосредственно на печатных платах в корпусах поверхностного монтажа, как микросхемы. Поэтому такие устройства носят в литературе название микросуперконденсаторы (МСК). Для реализации этой идеи предлагается применять комплекс современных планарных технологий, изготавливая электроды из тонких плёнок различными широко доступными способами: нанесение электродного материала распылением, электрохимическим и электрофоретическим осаждением, химическим осаждением из газовой фазы, послойным осаждением, с помощью аддитивных технологий.

Важнейшим условием обеспечения приемлимых характеристик МСК является использование электродных материалов с большой удельной площадью поверхности, так как именно она строго определяет верхний предел количества накопленного заряда на электроде. К такими материалам относятся уже широко известные в области СК углеродные материалы (графен, CNTs, CDCs), оксиды и гидроксиды некоторых металлов (RuO_2, MnO_x/Au, MoS_2, NiO_2, CoO_2) и ряд электропроводящих полимерных материалов (PANI, PPy, PPT). Не менее важную роль в работе любого МСК, как и в СК, играет электролит. Он обеспечивает доставку ионов в поры электродов, поэтому, для наилучшего проникновения электролита во все поры, электролит должен быть жидким или гелеобразным. Хотя известно много проверенных жидких электролитов, которые используются в аккумуляторах и СК, требуются дальнейшие исследования гелеобразных электролитов.

Планарные МСК могут иметь как двухмерную (плоскую) архитектуру, так и трёхмерную. В первом варианте важнейшие характеристики МСК, такие как удельные мощность и энергия, ёмкость, напрямую зависят от величины площади основания МСК, занимаемой на печатной плате. Во втором варианте те же характеристики определяются объёмом МСК, занимаемым в пространстве. Двухмерная архитектура может являться многослойной, напоминающей структуру бутерброда, где между слоями электродов расположены сепараторы, или же однослойной, где электроды и сепараторы расположены полосками в ряды. Трёхмерная архитектура имеет более сложную морфологию, напоминающую расположение графитовых стержней в ядерном реакторе, но в целом она соответствует структуре разрабатывающихся в настоящее время микробатарей.

Теоретически, у МСК, производимых с использованием планарных технологий, есть существенные преимущества перед полноразмерными СК: микроразмеры сокращают диффузионные пути ионов электролита, что приводит лучшему использованию поверхности в порах, к быстрому перемещению ионов и, как следствие, к высоким рабочим частотам и токам, а точность техпроцессов позволяет контролировать характеристики на высоком уровне. Другое превосходство МСК заключается в простой интеграции с гибкими и растяжимыми микрочипами.

Требования, предъявляемые к МСК, могут быть различными. Если предполагается, что МСК будет использоваться без подключения сетевых источников питания, но в паре с такими генераторами, как солнечные панели, то он должен быть способным обеспечивать стабильное питание устройства-потребителя и вмещать требуемое для его работы количество заряда. Например, для современных RFID-меток достаточно энергии от 1 до 100 мкВт, а для кардиостимуляторов – порядка 1 мкВт. Если же МСК будет эксплуатироваться как элемент для сглаживания нагрузок, то предъявляемые требования, а следовательно, и используемые материалы, будут совершенно другие. Именно поэтому МСК необходимо проектировать для каждого конкретного применения.

Ожидается, что МСК займут важное место в будущем, так как будут использоваться с различными электронными устройствами в разных областях: в медицине, строительстве, транспорте, электронике

и т. д. Кроме того, МСК будут незаменимы в таких устройствах, где требуется надежное питание для обеспечения долгой или автономной работы, например в медицинских имплантах, особенно в кардиостимуляторах, или там, где невозможно нахождение человека для обслуживания устройства, – на радиационно и химически заражённых объектах.

Реализация ёмких, долговечных и стабильных в работе МСК позволит создать по-настоящему энергетически самодостаточные устройства путём их объединения с солнечными панелями, ветро- и наногенераторами, таким образом производя по-настоящему экологически чистую энергию.

Разработка и исследование бортовой цифровой вычислительной машины нового поколения

Корнеев И.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
ivkorneev0@gmail.com

В настоящее время авиаприборостроительными предприятиями активно ведутся разработки по созданию перспективных авиационных вычислительных комплексов различного применения. К числу ведущих предприятий – разработчиков бортовых цифровых вычислительных систем относится АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро» (РПКБ).

На сегодняшний день наиболее активно развивающейся методологией построения бортовых вычислительных машин является концепция Интегрированной Модульной Авионики (ИМА), основные принципы которой – применение гибкой архитектуры комплексов с возможностью наращивания функциональных элементов и новое построение отдельных функциональных элементов, которые, имея законченное конструктивное оформление в составе системы, являются элементами замены.

Основным постулатом концепции ИМА с точки зрения аппаратуры является отказ от понятия БЦВМ как отдельной сущности вычислительного комплекса в пользу набора унифицированных стандартизированных модулей, объединенных в единую детерминированную резервированную сетевую среду.

Предшественником БЦВМ ИМА был БЦВМ «Багет», отличающаяся в 10 раз более низкой производительностью и другими, более слабыми, техническими параметрами. В настоящее время для проектирования БЦВМ ИМА нового поколения можно выделить новую платформу «Багет 15», отличающуюся более широкими возможностями.

БЦВМ ИМА выполнена в малогабаритном герметизированном корпусе с принудительным воздушным охлаждением и предназначена для эксплуатации в жестких механо-климатических условиях в соответствии с требованиями, предъявляемыми к авиационной аппаратуре специального назначения. Электропитание БЦВМ осуществляется от сети постоянного тока (бортсети) +27 В в соответствии с требованиями, предъявляемыми к приемникам I категории.

В работе рассматриваются структура, состав, принцип работы, особенности построения функциональных блоков, приводится решение типовых задач с помощью данной БЦВМ ИМА.

Проектирование технологического участка для формирования универсальных электродных материалов для ХИТ и СКС

Коробейников Е.В., Мельников А.Б., Щур П.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
s3321@mail.ru

В последние годы всё интенсивнее нарастает соперничество в области создания новых видов устройств накопления, хранения и передачи электрического заряда. Особенно это касается сферы автомобильной промышленности, где на кону стоит право диктовать технологию производства и стандартизацию данных устройств. Эти устройства делятся на два больших класса – химические источники тока (ХИТ) и суперконденсаторные системы (СКС). Отличие данных устройств от обыкновенных конденсаторов, в используемых электродных материалах, обеспечивающих на порядок лучшие параметры.

Основные параметры, на которые ориентируются разработчики ХИТ и СКС,– низкое эквивалентное последовательное сопротивление (ESR), отсутствие токов утечки, высокое соотношение энергии на единицу массы изделия (Вт•ч/кг), сверхвысокая ёмкость и скорость

заряжения/разряжения устройства. Поэтому крайне важным становится выбор электродных материалов, из которых будет произведён конденсатор, а также соблюдение условий производства на технологическом участке.

Выбор электродного материала для конденсатора очень критичен для его будущих параметров. Зачастую, казалось бы, правильно подобранный электродный материал оказывает положительное изменение одного параметра, но приводит к негативному изменению другого. Стабилизировать такой диссонанс параметров, можно используя универсальные электродные материалы на основе углеродного волокна. Универсальными эти материалы делает и тот факт, что они могут использоваться при создании как ХИТ, так и СКС.

Углеродное волокно типа «Бусофит» имеет структуру в виде нитей с пористой поверхностью, сплетённых в ленту. Данная структура имеет высокую площадь поверхности, высокую проводимость и низкий вес, что делает материал перспективным в использовании для создания универсальных электродных материалов для ХИТ и СКС. Формируя металлизированное покрытие на данном материале, можно увеличить площадь его поверхности и улучшить контакт в месте соприкосновения углеродного материала с металлическим электродом, что приведёт к снижению ESR. Нанесённый барьерный слой нитрида титана обеспечивает химическую стойкость металлизированного покрытия и электрода к коррозии, вызываемой электролитом [Л].

Наиболее перспективным способом нанесения металлизированных покрытий на углеродном волокне является магнетронное напыление вакууме. Магнетронное напыление позволяет обеспечить нанесение равномерных покрытий с хорошей адгезией с обеих сторон материала на ленты рулонного материала длиной до нескольких километров. На данный момент в России существует как минимум три производителя установок магнетронного напыления на рулонные материалы. Также производством и поставкой установок под данную технологию в другие страны занимаются в Германии, США, Канаде, Дании и Беларуси.

По предварительному прогнозу, в ближайшие 5 лет, спрос на универсальный электродный материал в случае его успешного внедрения, только для гражданского производства, будет составлять от 1 до 2 тонны в день. Для производства такого количества материала потребуется около 70 установок магнетронного напыления, а создание такого вида производства требует, только для процессов напыления, до 150 рабочих мест. В дальнейшем прогнозируется спрос – 10 и более тонн в день.

Литература

A. M. Borisov, N. L. Bogdashkina, M. V. Gerasimov, V. E. Kasatkin, I. A. Kovalev, E. V. Korobeinikov, V. V. Sleptsov and P. A. Schur, Modification of carbon textile Busofit T-040 by plasma treatment. Journal of Physics: Conference Series., 2018., Vol. 1121., P. 1–4 DOI: 10.1088/1742-6596/1121/1/012009.

Обзор современного состояния в области модификации углеродных и полимерных электродов для конденсаторных структур и химических источников тока

Кравченко С.В.
Научный руководитель — Дителева А.О.
МАИ, Балашиха
serega_3099@mail.ru

В связи с интенсивным развитием портативной электроники одним из важных научно-технических направлений является создание новых электрохимических накопительных частей сверхъемких конденсаторных структур (СКС) [1], которые будут обладать передовыми характеристиками. Возникла задача разработать новые электронные материалы, перспективные углеродные материалы, обладающие уникальными параметрами. Конденсаторные структуры на основе углеродных материалов превосходят аналоги по таким характеристикам, как состав материала, электропроводность, морфология и текстура углеродных материалов [1].

В качестве рабочих электродов применяют полимерные и углеродные материалы: электродуговые однослойные углеродные нанотрубки (ОСУНТ) с диаметром 1.5 нм [2]; восстановленный оксид графена (ВОГ) [2]; карбидный активированный углерод (КАУ), полученный на основе TiC [2]; полиакрилонитриловое волокно (ПАНАВ), подвергнутое карбонизации и активации [2]; пиролитические многослойные углеродные нанотрубки (МСУНТ) с диаметром 9 нм [2]; активированный углеродный нетканый материал (АУНМ) [2]; коммерческая активированная углеродная ткань (АУТ) марки СН-900 (Япония) [2]; полипорфин магния (ЭПП), электроосажденный на углеродную бумагу [2]; композит пиролизованного порфирина на саже (КППС) [2]; композит полианилина с фукционализированными ОСУНТ (КПАНТ) [2].

По результатам, полученным после проведенных анализов и опытов, можно выделить положительные свойства электродных материалов и области их применения для сверхъемких конденсаторных структур. Материалы, не требующие для формировки электрода применения различных связующих добавок, представляют наибольший интерес. СН-900, АУНМ и ПАНАВ относятся к таким волокнистым материалам. На основе ОСУНТ происходит формирование наноуглеродной бумаги с отсутствием связующего полимера. Для понижения удельных характеристик требуется формирование компактного электрода. ПАНАВ, МСУНТ, КАУ TiC-1000, ОСУНТ. КАУ TiC-600 и АУТ СН-900 обладают высокой удельной энергией для создания сверхъемких конденсаторных структур. ВОГ, АУНМ, ЭПП, ПАНАВ, ОСУНТ, КАУ TiC-1000 и КППС обладают средними емкостями 100 Ф/г и работают в широком диапазоне энергомощных характеристик. Асимметричность емкостных характеристик наблюдается у ОСУНТ и КПАНТ, при этом лучший результат достигается, если щелочный электролит ОСУНТ использовать как отрицательный электрод, а КПАНТ в растворе серной кислоты как положительный электрод. МСУНТ и функционализированные ОСУНТ демонстрируют возможность использования, в качестве как электропроводной добавки и носителя в полимероугольных композитах.

В ходе обзора и исследования современного состояния в области модификации углеродных и полимерных электродов для суперконденсаторов выявлено, какие материалы являются полезными и перспективными для создания сверхъемких конденсаторных структур, их усовершенствования и увеличения энергетических и ёмкостных характеристик.

Список литературы

1. https://cyberleninka.ru/article/v/issledovanie-vozmozhnostey-primeneniya-nanostrukturirovannogo-uglerodnogo-materiala-kemerit-v-kachestve-elektrodov

2. http://echemistry.ru/assets/files/books/hit/uglerodnye-elektrody-s-bolshoj-psevdoemkostyu-dlya-superkondensatorov.pdf

Исследование влияния предварительной обработки ионами CF_4 на антифунгальные свойства фторуглеродных пленок на поверхности ПЭТФ при использовании двухкомпонентной газовой смеси CF_4+C_6H_{12}

Кравчук Е.Д., Щур П.А., Филина А.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва
krav4uk.99@yandex.ru

Полимерные материалы широко применяются в аэрокосмическом комплексе, электронике, пищевой промышленности, медицине и др. Однако в результате воздействия окружающей среды на полимерах образуется биопленка, следствием чего является биодеструкция, что существенно ограничивает сферу применения полимеров и сокращает их сроки службы.

Использование двухкомпонентной газовой смеси, содержащей компонент для травления (CF_4) и компонент для нанесения пленки (C_6H_{12}), позволяет создавать на поверхности полимеров наноструктурированные барьерные слои на основе фторуглеродных пленок, обладающие специфическим рельефом, препятствующим совместно с химическим воздействием образованию биопленок. Необходимой технологической операцией является предварительная ионная обработка поверхности полимеров.

Цель данной работы – исследование влияния предварительной обработки поверхности полиэтилентерефталата ионами CF_4 на параметры рельефа и антифунгальные свойства фторуглеродной пленки, сформированной с использованием двухкомпонентной газовой смеси CF_4+C_6H_{12}.

Формирование фторуглеродных слоев производилось на вакуумной установке с двумя источниками ионов. В качестве модельного полимера был выбран полиэтилентерефталат как один из наиболее широко используемых в промышленности, авиационно-космическом комплексе и политронике. На первом этапе проводилась обработка ионами CF_4 в течение 5 и 30 минут. На втором этапе производилось нанесение фторуглеродной пленки из плазмообразующей смеси CF_4+C_6H_{12} с различным соотношением газов в смеси. Испытания на стойкость модифицированного полимерного материала к воздействию плесневых грибов проводились согласно ГОСТ 9.049-91.

В работе показано, что обработка поверхности полимера ионами CF4 увеличивает высоту пиков неоднородности и уменьшает расстояние между ними, что положительно сказывается на антифунгальных свойствах поверхности. С нанесением фторуглеродной пленки из газовой смеси CF_4+C_6H_{12} увеличивается расстояние между пиками неоднородности, их высота снижается,

антифунгальные свойства поверхности улучшаются, вероятно это связано с химическим воздействием фтора. При 30-минутной ионной обработке и 40-процентном содержании CF_4 в газовой смеси CF_4+C_6H_{12} достигается устойчивое полное отсутствие роста плесневых грибов на поверхности полимера. При предварительной обработке в течение 5 минут с последующим нанесением фторуглеродной пленки не достигается полного отсутствия роста плесневых грибов.

Исследование работы микромеханической курсовертикали в режиме гиромагнитного курса

Кузин Е.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
eugkuzin@gmail.com

В авиационном приборостроении существует потребность в малогабаритных курсовертикалях в качестве резервных источников углов ориентации летательного аппарата в случае отказа основной БИНС. Кроме того, для беспилотных летательных аппаратов массогабаритные характеристики приборов играют важную роль, поэтому для конструирования компактных курсовертикалей целесообразно использовать микромеханические датчики угловых скоростей и линейных ускорений.

Микромеханическая курсовертикаль предназначена для определения углов крена, тангажа и курса на летательных аппаратах. Для определения угла курса используются выходная информация трехосного гироскопа и магнитного компаса. С целью обеспечения заданной требованиями точности в спокойном полете погрешности угла курса компенсируются при помощи магнитного компаса.

Для подтверждения полученных расчетным путем результатов были проведены исследования микромеханического измерителя параметров движения в режиме определения гиромагнитного курса. Исследования проводились с использованием опытного образца микромеханической гировертикали, оснащенной трехосным магниторезистивным датчиком американской фирмы «Honeywell». Для компенсации погрешностей измерения курса в составе датчика присутствует катушка, предназначенная для коррекции показаний датчика при влиянии на показания датчика расположенного рядом ферромагнетика или наличии в датчике нескомпенсированного нулевого сигнала.

Были разработаны алгоритмы определения гиромагнитного курса, реализованные в программном обеспечении микроконтроллера блока преобразования информации гировертикали, а также методика испытаний измерителя в режиме гиромагнитного курса, целью которых было определение стабильности измерения угла курса от пуска к пуску и при повороте на 360°.

Испытания проводились с использованием приспособления для измерения магнитного поля Земли. Для рабочего места были определены географические координаты и величины магнитного склонения и наклонения, северной и восточной составляющей магнитного поля, горизонтальной и вертикальной составляющей поля.

В результате испытаний курсовертикали в режиме гиромагнитного курса было установлено, что погрешность измерения угла курса не превышает 4°. В дальнейшем для корректировки погрешностей определения гиромагнитного курса необходимо провести исследования девиации магниторезистивного датчика, применяемого в курсовертикали.

Исследование характеристик покрытия, формируемого на магниевом сплаве методом микродугового оксидирования

Медвецкова В.М., Кондрацкий И.О.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Крит Б.Л.
МАИ, Москва
medvetskova@gmail.com

Магниевые сплавы обладают рядом уникальных физико-химических свойств, наиболее важными из которых можно считать низкую плотность, пластичность, слабое взаимодействие с щелочью и довольно высокие показатели прочности, позволяющие изготавливать приборы и детали для отраслей машиностроения. Магниевые сплавы не коррозионностойкие, и вопрос об их защите до настоящего времени недостаточно изучен. Одним из наиболее перспективных методов решения этой проблемы считается получение покрытия методом микродугового оксидирования (МДО). МДО — процесс электролитической обработки поверхности вентильных металлов (Al, Mg, Ti, Be, W) без приращения толщины. Использование энергии электрических микроразрядов, оказывающих весомое воздействие

на фазо- и структурообразование на поверхности обрабатываемого материала, позволяет получать покрытия со следующими свойствами: износостойкость, долговечность, электроизоляционность, стойкость к коррозии, термостойкость, декоративность и др. [Л].

В исследовании процесс МДО реализован на установке «МДО-100». Образцами для изучения послужили прямоугольные заготовки из магниевого сплава системы Mg-8Li-2Ca (8,14 % Li; 1,78 % Ca). Эксперимент проводился в алюминатном электролите, содержащем КОН (1,2 г/л) и $NaAlO_2$ (15г/л), в анодно-катодном режиме при напряжении 375–465 в течение 25 минут. Покрытия исследовали с помощью методов рентгеновской дифракции, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии и рентгенофазового анализа.

Проведенные измерения электрических параметров, температуропроводности, коррозионностойкости и трибологических характеристик показали перспективность использования исследуемого сплава с МДО-покрытием в различных отраслях промышленности.

Литература

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 нанесение защитных покрытий: в 3 т. Т.I: Микродуговое оксидирование. – М.; СПб.: Реноме, 2017. – 648 с.

Технология подготовки активной массы LiCoO2 для химических источников тока

Мельников А.Б., Щур П.А., Коробейников Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
lexa.melnickov2010@yandex.ru

В связи с бурным развитием нетрадиционной энергетики, портативной электроники, военной и космической техники, а также гибридного и электротранспорта актуальной проблемой на сегодняшний день является разработка нового поколения высокоэффективных химических источников тока (ХИТ), обладающих высокими энергетическими параметрами и ресурсом, а также простотой и надежностью в эксплуатации и производстве. Среди существующих ХИТ наиболее совершенными и перспективными являются литиевые системы, которые имеют высокие удельные энергетические характеристики и представляют интерес для энергоснабжения самых разнообразных автономных объектов. Хотя литий-ионные аккумуляторы обеспечивают незначительно меньшую энергетическую плотность, чем литиевые, они, тем не менее, безопасны при обеспечении правильных режимов заряда и разряда. Малогабаритные литий-ионные аккумуляторы предназначены для питания портативной аппаратуры – сотовых телефонов, видеокамер, ноутбуков, фотоаппаратов и т.п.

Для создания электролитических ячеек перспективными являются электродные рулонные материалы на основе углерода – Бусофит, обладающие стабильной высокоразвитой поверхностью, высокой проводимостью и низким электрическим сопротивлением. Как известно, среди литиевых систем наиболее распространенным катодным материалом в литий-ионных аккумуляторах, обладающим высоким напряжением, высокой плотностью энергии и способностью к длительному циклированию, является кобальтит лития $LiCoO_2$.

В данной работе представлена методика диспергирования $LiCoO_2$ и вакуумной пропитки электродного материала Бусофит.

Цель работы состоит в заполнении порового пространства ткани типа «Бусофит» слоем химически активного материала толщиной 0,5-1 мкм для повышения характеристик ХИТ. А именно высокое значение разрядной емкости, улучшенной стабильности при циклировании, высокое разрядное напряжение.

Задачи:

Максимально измельчить активный материал (желательно до наноуровня);

Отработать технологию заполнения порового пространства Бусофита химически активным материалом с целью максимального заполнения пор и обволакивания каждой нити углеродного материала.

Для создания более мелкодисперсной пасты совмещалось диспергирование на шаровой мельнице и диспергирование с помощью ультразвуковых волн и даже кавитации. Получены частицы менее 1 мкм. Принципиально было установлено, что углеродный материал пропитывается $LiCoO_2$ с помощью технологии вакуумной пропитки, однако для более плотного заполнения порового пространства целесообразно: 1) доработать состав химически активного материала и технологию заполнения порового пространство углеродного материала; 2) подобрать наиболее эффективный метод для заполнения пор углеродного материала с помощью LiCoO2 (пропитка в ультразвуковой ванне).

Разработка и исследование автоматизированного рабочего места для испытаний электромеханического рулевого привода летательного аппарата

Недрогайлов С.П.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Молодницкий В.И.
МАИ, Москва
nedrogailoff@yandex.ru

В настоящее время одной из наиболее перспективных областей исследования является беспилотная авиация. В беспилотном летательном аппарате (БЛА) одной из наиболее значимых систем, определяющей важнейшие показатели безопасности полета и эффективности, является комплексная система управления полетом (КСУ). Управляющие сигналы КСУ отрабатываются исполнительными механизмами аэродинамических поверхностей. В последнее время интенсифицировались разработки, связанные с реализацией концепции полностью электрического самолета. Прежде всего это касается использования приводов электромеханического типа вместо электрогидравлических приводов для управления аэродинамическими поверхностями.

Чтобы приводы электромеханического типа корректно работали, они должны удовлетворять определенным требованиям, таким, как точность положения штока при различных нагрузках, максимальное и предельное усилие привода, скорость перемещения штока при различных нагрузках и различных режимах, и т.п. Для проверки соответствия этим требованиям проводятся испытания.

Важным пунктом является автоматизация испытаний, т.е. проведение испытаний без участия человека или с его минимальным участием. Создание автоматизированного рабочего места для испытаний позволит резко повысить производительность труда, снизить или полностью исключить погрешности и ошибки, вносимые оператором.

Данная работа будет посвящена исследованию и усовершенствованию методики испытаний рулевого привода электромеханического типа на примере методики испытаний рулевого электромеханического привода для БЛА.

Современные влагозащитные покрытия в производстве печатных узлов авиационных приборов

Николаев Р.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.
МАИ, Москва
djlen96@yandex.ru

Печатные узлы (ПУ) авиационных приборов эксплуатируются в широком диапазоне температур, при частом переходе через 0 ^{o}C, в условиях высокой влажности окружающей среды. В таких условиях влага может образовать перемычку между элементами проводящего рисунка, стать причиной электрохимической коррозии, а также оказать влияние на диэлектрические свойства изоляционных материалов, в первую очередь – оснований печатных плат (ПП). В связи с этим при разработке ПУ предусматривают специальные меры по влагозащите, позволяющие устранить или снизить вредное влияние влаги.

Цель настоящей работы: на основании анализа современных материалов влагозащитных покрытий ПУ дать рекомендации по применению материалов влагозащитных покрытий при производстве авиационных приборов.

В работе приводится анализ распространённых материалов влагозащитных покрытий с позиций их применения в производстве ПУ приборов, предназначенных для эксплуатации в летательных аппаратах по 4 группе жесткости, то есть в диапазоне температур от -60 ^{o}C до +120 ^{o}C и относительной влажности воздуха 98% при температуре +40 ^{o}C.

Рассмотрены физико-химические и механические свойства, технологии нанесения, особенности и области применения покрытий: полиакриловых [1]; полиуретановых [2]; эпоксидных [2]; кремнийорганических [3], париленовых [1], полиэтиленовых [4], многополимерных [3].

Для использования в ПУ авиационных приборов в отечественных изделиях наиболее распространенными являются эпоксидные покрытия, такие как ЭП-9114 и ЭП-730, а также многополимерные покрытия, такие как УР-231 [1]; применяются кремнийорганические покрытия, такие как силоксановое покрытие «универсал».

Производство париленовых и полиэтиленовых покрытий являются перспективными направлением развития влагозащитных покрытий. Их широкое внедрение в настоящее время ограничивается не полностью решенными вопросами технологии, что порождает проблемы применяемости этих

покрытий в летательных аппаратах, и необеспеченность большинства предприятий подходящим оборудованием.

Список литературы

1. В. Уразаев Влагозащита печатных узлов.М.: – ТЕХНОСФЕРА, 2006 г.

2. Труды международного симпозиума Надёжность и качество,– Пенза, 2015 г.т. II.

3. Архипов А. В., Березков Б.Н. Защитные покрытия для электронной аппаратуры, работающей в тяжелых условиях.– Самара, 2011 г.

4. Уразаев В. Современные технологии влагозащиты печатных узлов // Печатный монтаж. №5. 2007 г.

Калибровка инерциальных датчиков с помощью нейронных сетей

Новиков В.А., Ахмедова Сабина, Орлов А.И.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
godfatherpunisher@yandex.ru

К инерциальным датчикам первичной информации (ДПИ), входящим в состав систем ориентации и навигации летательных аппаратов (ЛА), предъявляются высокие требования по точности. К ДПИ относятся датчики линейных ускорений – ДЛУ и датчики угловых скоростей – ДУС. Некоторые погрешности ДЛУ и ДУС, приводящие к ухудшению точности показаний, имеют характер систематических и могут быть заранее скомпенсированы.

С целью устранения таких погрешностей, а также повышения метрологических характеристик ДПИ проводится их калибровка. Калибровка позволяет определить точную связь между выходными сигналами ДПИ и физическими величинами, воздействующими на входы датчиков. Процесс калибровки основывается на информации о математической модели (ММ) функции преобразования сигналов ДПИ. Как правило, на стадии разработки и производства стараются получить линейную ММ ДПИ. Это позволяет минимизировать набор параметров ММ, подлежащих определению при калибровке, а также упрощает испытания.

Однако ММ на практике получается нелинейной (а зачастую остается неизвестной), что усложняет калибровку. Кроме того, точность получаемой информации и трудоемкость калибровочных испытаний зависят от применяемого оборудования – калибровочных поворотных стендов.

Благодаря развитию искусственных нейронных сетей (ИНС) становится возможным не только повысить точность и снизить трудозатраты, но и автоматизировать процесс калибровки. В настоящей работе предлагается использовать методику построения «интеллектуального» датчика [Л] для обработки калибровочной информации, поступающей с ДПИ, и автоматической идентификации параметров его ММ.

Преимущество такого подхода заключается в универсальности ММ ДПИ, основанной на задании ее структуры в виде ИНС. Параметры ММ автоматически настраиваются в процессе обучения ИНС в среде моделирования. В процессе обучения ИНС на вход ДПИ подают эталонные сигналы с калибровочного стенда. Эти сигналы посредством функции преобразования ДПИ (которая может быть неизвестна) преобразуются в некоторые коды, например, на выходе аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Коды с АЦП поступают в ИНС, моделирующую обратную функцию преобразования ДПИ. Выходной сигнал ИНС считается восстановленным сигналом на входе ДПИ. Если сигнал ИНС совпадает с эталонным, процесс обучения считается успешным. В противном случае обучение проводится до тех пор, пока не будет получен нужный результат.

Сформированная в процессе калибровки и обучения ИНС прошивается в память интеллектуального датчика и используется в процессе его рабочего функционирования для восстановления значений реальной физической величины, действующей на его чувствительный элемент.

В настоящее время в среде Matlab с помощью библиотеки Neural network отработана методика моделирования обратной функции преобразования ДПИ с помощью ИНС и апробированы различные структуры ИНС и алгоритмы их обучения на тестовых функциях, а также на реальных калибровочных данных. В дальнейшем планируется запись ИНС в память вычислителя интеллектуального ДПИ, в качестве которого будет использован МЭМС-датчик, а также его макетирование и экспериментальная отработка как в процессе калибровки, так и при работе в различных условиях внешней среды.

Литература
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.

Ионно -лучевое модифицирование поверхности стеклоуглерода

Овчинников М.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Борисов А.М.
МАИ, Москва
ov.mikhail@gmail.com

Стеклоуглерод обладает целым рядом уникальных свойств – высокой твердостью и прочностью, стойкостью к термическому воздействию, низкой газопроницаемостью и химической инертностью [1,2]. Перспективной областью применения стеклоуглеродов является создание автоэмиссионных катодов вместе с получением на поверхности микроразмерного (микроострия) и наноразмерного (наностенки) рельефа.

Стеклоуглерод получают путем карбонизации сетчатых полимеров (фенолформальдегидных смол) в результате последовательных стадий – отверждения, пиролиза и температурной обработки. Согласно модели Дженкинса и Кавамуры [3] стеклоуглерод имеет глобулярно-ячеистую структуру, первичными элементами являются изотропные глобулы с турбостратной структурой размером 10-30 нм, содержащие внутри пору. Глобулы покрыты высокоориентированной пленкой толщиной 10-15 нм, образующей изогнутые углеродные ленты, содержащие микрокристаллиты графита. Стеклоуглерод принадлежит к так называемым неграфитирующимся углеродным материалам и маркируется в соответствии с температурой конечной термообработки, в зависимости от которой стеклоуглероды подразделяют на низко- и высокотемпературные [1].

В работе представлены результаты высокодозного (флуенс ~10^{18} ион/см²) облучения высокотемпературного стеклоуглерода СУ-2500 ионами Ar^+ с энергией 30 кэВ при температурах от комнатной до 600°С. Исследование стуруктуры модифицированного слоя проводилось при помощи растровой электронной микроскопии (РЭМ).

Исходная зернистая структура поверхности в виде округлых гладких бугорков с диаметром основания от 50 до 100 нм соответствует глобулярной, фуллереноподобной наноструктуре высокотемпературного стеклоуглерода. Используемое в настоящей работе ионное облучение стеклоуглерода при высоких флюенсах приводит к кардинальным изменениям морфологии поверхности, хорошо наблюдаемым с помощью РЭМ. При высокодозном облучении в зависимости от температуры и сорта иона в углеграфитовых материалах происходит динамический отжиг радиационных нарушений. Температура динамического отжига T_a радиационных нарушений для стеклоуглеродов определяется по температурной зависимости коэффициента ионно-электронной эмиссии и при облучении ионами Ar^+ с энергией 30 кэВ равна ~140°С [4].

При комнатной температуре накопление радиационных нарушений при облучении приводит к аморфизации, формируются воронкообразые ямки травления с гладкими наклонными стенками. Характерный поперечный размер ямок около 500 нм. Облучение стеклоуглерода при температурах выше Та приводит к сетчатой топографии из наностенок, объединенных узлами. Размеры ячеек структуры увеличиваются с температурой облучения и составляют около 150 и 300 нм при температуре 250 и 600°С соответственно.

Характерным процессом радиационно-индуцированных размерных изменений для стеклоуглерода является его усадка с соответствующим уплотнением поверхностного слоя при ионном облучении [2]. Можно предположить, что именно усадка отвечает за образование поры на дне ямок травления при ионном облучении при $T<T_a$. При облучении в условиях динамического отжига радиационных нарушений при $T>T_a$ необходимо учесть сжатия кристаллитов графита в базисной плоскости и расширение в направлении, перпендикулярном базису [5]. Это может привести к укрупнению толщины пачек графеновых слоев в структуре стеклоуглерода, увеличению размеров глобул и пор внутри них. Физическое распыление обеспечивает при этом формирование стационарных профилей пор с отвесными стенками [6].

Список литературы

1. Фиалков А.С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. – М.: Аспект Пресс, 1997. – 718 с.
2. Виргильев Ю.С., Лебедев И.Г. // Неорганические материалы. 2002. Т. 38. № 7. С. 810.
3. Jenkins G.M., Kawamura K. // Nature. 1971. V. 231. P.175.

4. Андрианова Н.Н., Борисов А.М., Казаков В.А. и др. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2015. №. 3. С. 28.
5. Burchell T.D. // MRS Bull. 1997. V. 22. P. 29.
6. Behrisch R. Sputtering by Particle Bombardment II. Springer-Verlag, 1983. 391 p.

Применение низкоинтенсивной фототерапии для борьбы с аллергическими реакциями

Орестова П.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Змиевской Г.Н.
МАИ, Реутов
orestovap@mail.ru

Каждый пятый человек на земле страдает тем или иным видом аллергии. Лечение аллергии как таковое фактически отсутствует, т.к. в большинстве случаев аллергическая реакция является отображением отношения организма конкретного человека к конкретному аллергену [1]. Чтобы понять, какое влияние оказывает низкоинтенсивное излучение на организм человека, был проведен обзор соответствующей литературы. Выяснилось, что при облучении крови больных с иммунодеффицитом наблюдается трансформация иммуноглобулинов из низкоавидного состояния в высокоавидное и тем самым уменьшается аллергическая реакция [2, 3]. На основе этих наблюдений было решено разработать методику ослабления аллергических реакций с помощью низкоинтенсивного облучения.

Была выдвинута гипотеза, что влияние низкоинтенсивного облучения на состояние пораженных участков кожи может определяться по измерению коэффициента диффузного отражения. Коэффициент диффузного отражения можно с высокой точностью и воспроизводимостью определять посредством интегрального фотометра, представляющего собой сферу с ламбертовским покрытием внутренней поверхности и помещенным туда фотоприёмником [4]. В результате многократного отражения света от покрытия фотоприемник регистрирует среднюю интенсивность излучения, попавшую внутрь сферы через небольшое отверстие. Поскольку аллергия на поверхности кожи обычно проявляется в виде воспаления, в качестве модельных образцов были взяты куски бумаги различных цветов: наиболее похожих на цвет кожи; ярко-розового цвета, напоминающего воспаленную кожу, а также черного и белого, чтобы определить диапазон регистрируемых интенсивностей диффузно отраженного сигнала. На модельных экспериментах было показано, что предложенная методика контроля состояния поверхностных кожных покровов может применяться на практике.

Далее было проведено исследование на коже. Участок, на котором было обнаружено воспаление, облучался красным светом с помощью матрицы в течение 10 мин. Во время облучения был измерен коэффициент диффузного отражения кожи и контраст между воспаленным участком и остальной поверхностью. В результате облучения наблюдалось уменьшение воспаления, уменьшение контрастности и увеличение коэффициента диффузного отражения.

Таким образом, полученные в результате наблюдений результаты свидетельствуют о том, что низкоинтенсивное облучение может применяться для ослабления проявлений аллергических реакций на коже, а измерение коэффициента диффузного отражения позволяет контролировать процесс лечения и за счет этого индивидуально подбирать дозу и время облучения.

Список литературы

1. Органы иммунной системы. Функции иммунной системы. URL: http://fb.ru/article/158744/organyi-immunnoy-sistemyi-funktsii-immunnoy-sistemyi (дата обращения: 07.12.2018).
2. Капустина Г. М. Внутривенная лазеротерапия, основные вехи научных изысканий // Медтехника и медизделия. 2003. № 2 (13). С. 2-4.
3. Лазеры в клинической медицине / Ред. С. Д. Плетнев. – М.: Медицина, 1996. – 432 с.
4. Фриш С. Э., Тиморева А. В. Курс общей физики. Т. 3: Учебник / – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 608 с.

Разработка и исследование инерциальной навигационной системы беспилотного летательного аппарата на этапе его конструктивно-технологической отработки

Пагава Л.Л.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Молодницкий В.И.
МАИ, Москва
lasard12@bk.ru

В настоящее время продолжается интенсивная работа в области беспилотной авиации, а именно усовершенствование, доработка и проектирование новых образцов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Совершенствование их бортовых радиоэлектронных комплексов обусловлено быстрым развитием микроэлектроники, построенной на полупроводниковой элементной базе. Наиболее перспективным считается построение измерительных систем на базе полупроводниковых датчиков. Миниатюризация функциональных блоков, построение интегрированных систем, простота эксплуатации, увеличение точностных характеристик и относительная дешевизна элементов системы позволяет удовлетворять требованиям, предъявляемым к современным БПЛА.

В связи с этим разработка методики для исследования инерциальных навигационных систем БПЛА является одной из важнейших задач любого предприятия, на котором происходит разработка или сборка БПЛА и их приборных комплексов.

В настоящий момент к инерциальным навигационным системам предъявляют множество требований. Основными из них могут считаться точность, приемлемая для полетов в сроки до двух часов, малый вес и габариты, а также низкая стоимость по сравнению с их предшественниками. Именно эти характеристики присущи современным БПЛА и их инерциальным навигационным системам. Все эти характеристики зависят друг от друга, поэтому приходится проводить множество исследований с использованием современного пакета математического моделирования и реальных экспериментов, для того чтобы найти оптимальное соотношение этих характеристик.

Важным вопросом в создании методики таких датчиков является автоматизация. Проведение измерений без непосредственного участия человека, то есть автоматически, позволяет резко повысить производительность труда, обеспечить высокую объективность полученных результатов за счет исключения погрешности измерений, вносимых оператором.

Автоматизация процесса измерения, в свою очередь, открывает возможности автоматизации и процесса калибровки средств измерения. Потому целесообразно разработать максимально автоматизированную методику исследования инерциальной навигационной системы БПЛА, изучив вопрос не только в живой статике и динамике, но также используя математические модели датчиков первичной информации.

Данная работа посвящена разработке методики исследования и калибровки инерциальной навигационной системы на базе МЭМС-технологий, на многофункциональном трехосевом столе EVO, а также разработке математической модели МЭМС акселерометра, входящего в состав исследуемой инерциальной навигационной системы.

Исследование конструктивно-технологических факторов гироскопического стабилизатора в условиях производства с целью повышения его качества

Прохоров И.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
riderpimp@mail.ru

В приборах и измерительных системах летательных аппаратов широкое применение нашли гироскопические датчики.

Приборные гироскопические датчики используются в качестве управляющих и стабилизирующих устройств в гироскопических стабилизаторах. Качество работы гироскопического стабилизатора в значительной степени определяет качество функционирования прибора или измерительной системы в целом, их точностные характеристики, показатели надежности и долговечности.

Качество изготовления любого технического объекта, в том числе и гиростабилизатора, характеризуется комплексом технических параметров, установленных техническими условиями и подлежащих контролю после его изготовления. При удовлетворении изделия требований технических условий по результатам его контроля после изготовления оно считается качественным.

После изготовления и в процессе эксплуатации гироскопических стабилизаторов вероятно возникновение дефектов, которые ограничивают возможность эксплуатации изделий и могут быть

выявлены путем их диагностирования. В этой связи разработка методов и средств технического диагностирования состояния гиростабилизаторов имеет важное значение с точки зрения повышения качества функционирования измерительных систем летательных аппаратов.

В работе представлены результаты статистики отказов гироскопического стабилизатора ГС-26, анализ технологического процесса изготовления элементов, сборки и контроля. Представлен анализ принципа действия и конструкции ГС-26. Рассмотрены: структура, состав и принцип действия автоматизированного рабочего места для контроля прибора, которое позволяет моделировать условия проверки, приближенные к эксплуатационным. Проанализированы конструктивно-технологические факторы, определяющие качество работы ГС-26, в том числе диагностические признаки дефектов специальных сферических шарикоподшипников, параметры, определяющие качество работы датчиков перемещения. Представлены результаты влияния температуры окружающей среды и нестабильности питающего напряжения на выходные характеристики прибора. Даны рекомендации по повышению качества в условиях серийного производства.

Разработка технологического процесса сборки суперконденсаторов и исследование их характеристик

Романов М.М.
Научный руководитель — Дителева А.О.
МАИ, Москва
mr.BaTWa@yandex.ru

Целью данной работы являлась разработка конструкции суперконденсаторов (СКС) и исследование их характеристик (удельная энергоемкость, внутреннее сопротивление, токи утечки). Основной задачей исследования характеристик суперконденсаторов было определение основных элементов конструкции СКС и масштабов их влияния на рабочие характеристики (емкость – C, напряжение – U, сопротивление конденсатора – ESR).

В качестве материала накопительных электродов применяется металлизированное волокнистое углеродное полотно Бусофит. Между двумя накопительными электродами на основе Бусофита располагается сепаратор, в качестве которого используется мембрана из фторопласта-4Д общей пористостью не менее 69-75%. Наружный и внутренний электроды, а также сепаратор пропитываются электролитом. В качестве токосъемников применяется титановая фольга различной толщины. На часть токосъемника, которая располагается между краем сепаратора и корпуса, наносится изоляционный слой. На токосъемнике создается несколько рядов отверстий для отвода газов при работе СКС.

Ячейка СКС заключается в корпус, представляющий собой алюминиевую ламинированную фольгу, которая используется в качестве оболочки для полимерных Li-ion аккумуляторов. Толщина фольги составляет 115 мкм. Ячейка, заключенная в данный корпус, сваривается с трех сторон с помощью вакуумного упаковщика. Края корпуса из ламинированной фольги легко свариваются в вакуумном упаковщике BossVacuum Z3000, придавая им высокую герметичность.

Технологический процесс сборки СКС состоит из нескольких этапов. Первый этап – подготовительный, на котором осуществляют заготовку материалов, материалы нарезают на листы соответствующих размеров. Далее углеродная ткань поступает на операцию металлизации с помощью вакуумной технологии, где на нее напыляется слой титана. Следующий этап – пропитка электродных материалов и сепаратора электролитом в вакуумной установке для пропитки. Далее пропитанные заготовки поступают на операцию сборки, после чего сваривают края корпуса с электролитической ячейкой. Было разработано три вида конструкции экспериментальных образцов СКС, представляющей собой «гармошку» из трех или пяти слоев, а также однослойную конструкцию. В заключительные операции входят: визуальный контроль качества швов ячейки СКС, а также контроль работы ячейки СКС на испытательном стенде.

Полученные образцы СКС в среднем имеют удельную энергоемкость ~20 Вт*ч/кг и внутреннее сопротивление ~ 0,5 Ом, ток утечки ~ 6 мА. В дальнейшем планируется модификация материалов и конструкции образцов, что позволит добиться еще более лучших характеристик СКС.

Изучение форм колебаний полусферического резонатора

Селезнев А.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шанин В.И.
МАИ, Москва
verlor55@yandex.ru

Работа посвящена экспериментальному изучению форм колебаний полусферического резонатора по их визуализированной картине при наличии разнотолщинности стенки и неоднородной плотности материала резонатора.

Для решения поставленной задачи изучения был выбран метод голографической интерферометрии, по сравнению с другими методами обладающий самой большой точностью с точки зрения воспроизводимости форм колебаний механических систем. Кроме того, были разработаны экспериментальная установка и методика получения интерферограмм форм колебаний полусферического резонатора, получены экспериментальные данные и сделаны выводы на их основе.

Разработанная методика для синтеза интерферограмм форм колебаний полусферического резонатора заключалась в следующем. Для начала определялись значения резонансных частот и необходимый уровень напряжения возбуждения колебаний, затем — распределение амплитуды колебаний по поверхности полусферического резонатора. Путем наблюдения интерференционной картины колебаний при использовании голографической интерферометрии в реальном времени находились резонансные частоты и уровень возбуждения.

Для этого регистрировалась голограмма невозбужденного резонатора. Сначала на месте экспонирования проводили фотохимическую обработку голограммы, затем на небольшую величину изменяли угол падения пучка света, освещавшего резонатор, что приводило к появлению интерференционных полос, локализованных на его поверхности. Затем возбуждали колебания в резонаторе, изменяя частоту генератора. По падению контраста интерференционных полос и по сигналу на экране осциллографа от электромагнитного датчика одновременно фиксировали наличие резонанса. После нахождения резонансной частоты определяли напряжение возбуждения, необходимое для получения заданной амплитуды резонансных колебаний. Для этого напряжение на выходе генератора увеличивали до тех пор, пока контраст интерференционных полос на выбранном участке резонатора не становился равным нулю. Зависимость контраста интерференционных полос от амплитуды колебаний было описано функцией Бесселя первого рода нулевого порядка. Зная напряжение, необходимое для получения первого нуля данной функции, можно найти напряжение, при котором будут возбуждаться колебания заданной амплитуды. После определения резонансных частот и уровня возбуждения регистрировали усредненные во времени голограммы.

В ходе обработки полученных экспериментальных данных: разработан и предложен интерференционный способ оценки колебания резонатора, который позволил минимизировать число контактов с исследуемым объектом; разработана на базе голографической установки система для исследования влияния различных факторов на поведение форм колебаний полусферического резонатора; получены интерферограммы форм колебаний на различных частотах, причем была соблюдена необходимая точность измерений.

В результате проведенных исследований подтвердилась эффективность применения метода голографической интерферометрии для оценки форм колебаний тонкостенных полусферических оболочек.

Исследование приемлемости метода оптической микроскопии для контроля микроэлементов приборных устройств в производственных условиях

Тартачная Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.
МАИ, Москва
Tartachnaya.Daria@yandex.ru

В связи с микроминиатюризацией и уплотненным размещением элементов в устройствах прецизионного приборостроения проблема контроля качества изготовления в производственных условиях становится все более актуальной. Для контроля геометрических параметров микроэлементов в серийном производстве находят широкое применение оптические методы контроля, реализованные сложными современными цифровыми устройствами [1]. В условиях мелкосерийного и опытного производства контроль микроэлементов приборных устройств осуществляется, как правило, визуально с применением микроскопических устройств,

обеспечивающих цифровую регистрацию контролируемого объекта, но при этом само измерение производится операторами. В связи с этим ряд факторов, связанных с опытом и психофизиологическим состоянием каждого оператора, в значительной мере влияют на результаты контроля.

Цель настоящей работы – исследовать приемлемость оптического визуального метода, реализованного с помощью микроскопа, для контроля диаметров микроотверстий порядка 200 мкм, выполненных методом сухого травления в кремниевых пластинах.

Для оценивания приемлемости измерительного процесса используется ряд методов [2]. В работе использован метод средних и размахов.

Произведены расчеты относительной сходимости и воспроизводимости %R&R измерительного процесса контроля диаметров десяти микроотверстий, выполняемых тремя операторами, при трех повторных измерениях каждого.

На основании расчёта сходимости EV, воспроизводимости AV, изменчивости TV измерительного процесса рассчитано значение приемлемости измерительного процесса как относительная сходимость %R&R, то есть сходимость и воспроизводимость R&R [3], отнесенная к полю допуска на измеряемый параметр, то есть диаметр отверстия.

Установлено, что значение относительной сходимости %R&R = 29,3%/. В соответствии с рекомендациями [3] измерительный процесс при существующей его организации может быть приемлем с учетом важности его применения, стоимости средств измерительной техники. Исходя из значений промежуточных результатов параметров сходимости и воспроизводимости, намечены пути по улучшению измерительного процесса в направлении снижения его изменчивости за счет изменения организации процесса контроля и повышения квалификации операторов.

Список литературы

1. Тартачная Д.С. Технология контроля микроотверстий дифракционным методом // Гагаринские чтения – 2018: XLIV Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов. — М.: МАИ, 2018. С. 185-186.

2. Тартачная Д.С., Федотикова М.В. Технология контроля микроотверстий в печатных платах на базе дифракционного метода // Авиация и космонавтика – 2018: XLVII Международная конференция: Сборник тезисов докладов. — М.: МАИ, 2018. С. 538-538.

3. ГОСТ Р 51814.5-2005. Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов. - М.: Изд-во Стандартинформ, 2005. – 61с.

Исследование воспроизводимости измерительной информации при проведении приемосдаточных испытаний приборов

Точилин С.А., Белоус В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.
МАИ, Москва
serzh872@yandex.ru

Контроль качества и приемка продукции на предприятии предусматривает проведение приемосдаточных испытаний изделий с целью установления соответствия изделий (партий продукции) требованиям,установленным в технических условиях (ТУ) и контрактах на поставку. Виды испытаний и контроля, последовательность их проведения, контролируемые параметры (показатели) и нормы на них устанавливают в ТУ на изделие.

Приемосдаточные испытания прошедшей предъявительские испытания продукции проводит представитель заказчика (ПЗ) средствами изготовителя в присутствии представителя отдела технического контроля (ОТК). При этом возможны несоответствия измеряемых значений параметров качества, связанные с индивидуальными особенностями операторов, регистрирующих этипараметры на последовательных этапах испытаний.

Цель данной работы — оценить приемлемость подобной организации технологического процесса приемосдаточных испытаний измерительного комплекса давления ИКД27Да-220-780.

Для оценивания приемлемости измерительного процесса при проведении приемосдаточных испытаний используется ряд методов оценки точности результатов измерений.

В данной работе приведены результаты оценивания сходимости и воспроизводимости измерительного процесса контроля величины выходного относительного напряжения в измерительном комплексе давления ИКД27Да-220-780 методом размахов, проводимого двумя операторами: представителями ОТК и ПЗ.

Произведены расчеты относительной сходимости и воспроизводимости %R&R измерительного процесса контроля величины выходного относительного напряжения у десяти измерительных комплексов давления ИКД27Да-220-780 на всех тарируемых точках при прямом и обратном ходе. Результаты расчетов величины относительной сходимости и воспроизводимости для данного измерительного процесса на всех тарируемых точках в обоих направлениях при нормальных условиях (t = +20°C) составляют:

220 мм рт. ст. – 3,645 П, 7,291 О;

332 мм рт. ст. – 7,291 П, 9,208 О;

444 мм рт. ст. – 4,604 П, 3,645 О;

556 мм рт. ст. – 6,437 П, 4,604 О;

668 мм рт. ст. – 7,291 П, 5,458 О;

780 мм рт. ст. – 3,645 П, где П – прямой ход, О – обратный ход.

По результатам оценивания приемлемости измерительного процесса контроля величины выходного относительного напряжения в измерительном комплексе давления ИКД27Да-220-780 при температуре t = +20°C методом размахов, значения относительной сходимости и воспроизводимости %R&R на всех тарируемых точках в прямом и обратном направлениях не превышают 10%.

На основе полученных результатов установлено, что организация технологического процесса приемосдаточных испытаний измерительного комплекса давления ИКД27Да-220-780 вполне отвечает условиям приемлемости измерительного процесса.

Исследование конструктивно-технологических решений повышения надёжности комплексной системы управления летательного аппарата с использованием круговых индуктосинов с печатными обмотками

Федотикова М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.
МАИ, Москва
Marie.rommy@yandex.ru

Современные тенденции в развитии аналого-цифровых преобразователей информационно-измерительных систем летательных аппаратов определяются тем, что, с одной стороны, наблюдается резкий рост требований к точности передачи измерительной информации, быстродействию и надёжности, с другой – возникает необходимость микроминиатюризации конструкции и уменьшения веса как системы в целом, так и отдельных её элементов. В связи с этим требования, предъявляемые к датчикам первичной информации, в частности к преобразователям угловых перемещений, становятся более жёсткими.

Среди большого разнообразия таких датчиков особый интерес представляет индуктосин, получивший широкое применение в наземных системах автоматического управления, особенно в системах числового программного управления станками [1, 2]. Основными его достоинствами являются: высокая точность передачи угла в несколько угловых секунд, малая потребляемая мощность, небольшие массогабаритные параметры, универсальность [3, 4]. Отличительной особенностью индуктосина является возможность применения в различных вариантах конструктивных решений новых технологий изготовления обмоток [2, 5], позволяющих производить его в соответствии с требованиями авиационной и космической техники к массогабаритным размерам и надёжности датчика.

Цель настоящей работы состоит в исследовании современных конструктивных и технологических решений круговых индуктосинов с целью их применения в датчике углового перемещения (ДПР), резервированном в составе комплексной системы управления летательных аппаратов для повышения надёжности. ДПР с чувствительными элементами в виде металлопластмассовых потенциометров находят применение в системах дистанционного, автоматического и штурвального управления в качестве датчика, выдающего электрический сигнал (напряжение), пропорциональный углу отклонения органов управления, имеющих угловое перемещение [6].

В работе на основании анализа литературных источников и патентной информации предлагается конструктивное решение ДПР на основе индуктосинов. Даны рекомендации по выбору режима работы, структуре и технологии печатных обмоток. Приводится методика расчета индуктосина, анализ погрешностей измерения, сравнительный анализ вероятности безотказной работы ДПР с потенциометрическими чувствительными элементами и с индуктосинами.

Список литературы
1. Федотов А.В. Теория и расчет индуктивных датчиков перемещений для систем автоматического контроля: монография. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 176 с.
2. Сафонов Л.Н., Волнянский В.Н., Окулов А.И., Прохоров В.Н. Прецизионные датчики угла с печатными обмотками. Библиотека приборостроителя – М.: Машиностроение, 1977. – 152 с.
3. Бычатин Д.А., Гольдман И.Я. Поворотный индуктосин – Л.: Энергия, 1969. – 100 с.
4. Пуриш В.З. Основы андроавтоматики. Проектирование роботов-андроидов. Кн. 2. – Николаев: Изд-во ЧГУ им. Петра Могилы, 2010. – 312 с.
5. Проворова И.П. Исследование поворотного индукционного преобразователя с плоскими многополюсными обмотками: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.05.- Москва, 2005.- 205 с.: ил. РГБ ОД, 61 06-5/1519.
6. Датчик углового перемещения резервированный ДПР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.mnpk.ru/production/aviation-automatic/aviation-automatic_4.html (15.02.2019)

Антифунгальные свойства наноструктурированных фторуглеродных покрытий, сформированных из двухкомпонентной газовой смеси CF_4+C_6H_{12}, на поверхности ПЭТФ и ПТФЭ

Филина А.Е., Кравчук Е.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва
ae_filina@mail.ru

В современной науке и технике серьёзной задачей является увеличение срока эксплуатации изделий. Одним из главных параметров, ограничивающих широкое применение полимерных материалов и устройств на их основе, является низкая грибостойкость, последствия которой могут привести к выходу из строя оборудования и снижению эксплуатационных характеристик.

Целью данной работы является сравнение антимикробных свойств на полимерных материалах (ПЭТФ и ПТФЭ) при предварительной обработке поверхности ионами CF_4 и последующем нанесении фторуглеродного покрытия с различным содержанием компонентов в плазмообразующей газовой смеси CF_4 + C_6H_{12}. Такие фторуглеродные плёнки обладают антиадгезионными свойствами в отношении микробных клеток, обеспечивая отсутствие последующей биодеструкции поверхности.

Формирование антиадгезионных покрытий проводилось на вакуумной установке УВН-71П-3, оснащенной двумя источниками ионов ИИ-4-0,15. На первом этапе производилась ионная обработка с помощью тетрафторметана (CF_4) в течение 5 минут. На втором этапе наносилась фторуглеродная плёнка в течение 20 минут с различным соотношением CF_4 и C_6H_{12} в газовой смеси. В качестве модельных полимеров были выбраны лавсан (ПЭТФ) и тефлон (ПТФЭ). Исследование проводили по ГОСТ 9.049-91. Для исследования антимикробных свойств в качестве микроорганизмов-биодеструкторов использовались плесневые грибы (Aspergillus niger van Tieghem -ВКМ F – 1119, Paecilomyces variotii Bainier ВКМ F-378 и др.). По окончании испытаний образцы материала извлекали из эксикатора и осматривали невооруженным глазом в рассеянном свете при увеличении с помощью стереомикроскопа Stemi 2000.

Исследования показали, что исходные образцы материалов ПЭТФ и ПТФЭ, не подвергшиеся обработке ионами CF_4, не обладают антиадгезионными свойствами и в соответствии с ГОСТ 9.049-91 их стойкость к воздействию плесневых грибов соответствует 2-3 баллам. Однако при 5-минутной обработке ионами CF_4 и использовании двухкомпонентной газовой смеси 60% CF_4 + 40% C_6H_{12} для нанесения пленок было установлено существенное увеличение антиадгезионных свойств до 0-1 баллов. При идентичной обработке стойкость к воздействию плесневых грибов другого материала ПТФЭ оценивается в 0 баллов, следовательно, рост грибов выявлен не был. Но при использовании смеси 0% CF4 + 100% C6H12 рост грибов на ПТФЭ отчетливо виден под микроскопом.

Электродные материалы для сверхъемких конденсаторных структур на основе углеродных волокнистых материалов

Чжо Зо Лвин
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва; Янгон, Мьянма (Бирма)
kyawzawlwin12390@gmail.com

Использование суперконденсаторов во многих случаях позволяет реализовывать более эффективные, экологичные и экономически обоснованные решения, а в ряде случаев перейти на принципиально новый технический и технологический уровень. К отличительным особенностям суперконденсаторов относятся высокая удельная мощность, большая скорость заряда/разряда, широкий диапазон рабочих температур, длительный срок службы и экологичность.

Вклад в емкость суперконденсатора могут вносить два механизма – электростатический и электрохимический. В зависимости от преобладания того или иного механизма различают конденсатор с двойным электрическим слоем (EDLC) — при преобладании электростатического механизма или псевдоконденсатор — при преобладании электрохимического механизма. Механизм накопления энергии в конденсаторе зависит от конструкций, которые для электродных материалов являются ключевым элементом сверхъемких конденсаторных структур, определяя их энергетические и эксплуатационные характеристики.

Наибольший интерес представляет разработка технологий получения электродов с добавлением материалов (оксидов металлов, проводящих полимеров), участвующих в полностью обратимых окислительно-восстановительных процессах при циклической зарядке/разрядке ЭК, а также технологий получения электролита, позволяющего работать при высоких напряжениях (>4 В). Одним из возможных и потенциально успешных направлений является поиск подходящих наноструктурированных материалов среди оксидов d-металлов с высокой удельной площадью поверхности (для увеличения фарадеевской псевдоемкости), основанных на возникновении быстрых и обратимых реакций электронного обмена на поверхности или вблизи электрода. Наиболее широко известны оксиды металлов, включающие оксид рутения (RuO_2), оксид марганца (MnO_x), оксид железа (Fe_3O_4), оксид никеля (NiO). Диоксид титана также рассматривается как экологичный оксидный полупроводник n-типа.

Перспективы песвдоконденсаторов преимущественно связывают углеродными материалами, такими как активный углерод, углеродные нанотрубки и графен, в которым встроены различные окислы металлов.

В работе рассматриваются свойства конденсаторов на основе волокнистых углеродных материалы, на основе ткани типа «Бусофит», которая позволяет реализовать оба механизм накопления энергии.

Направление №5 Ракетные и космические системы

Секция №5.1 Механика космического полета и проектно-баллистический анализ летательных аппаратов

Проектирование траектории перелета к окололунной орбите спутника Луны

Аунг М.Т.
Научный руководитель — д.т.н. Константинов М.С.
МАИ, Москва
myothant.aung@yandex.ru

В работе рассматривается задача проектирования оптимального двухимпульсного перелета между круговыми орбитами Земли и Луны с заданными высотами. Дата старта предполагается фиксированной. Первый импульс скорости реализуется на низкой околоземной круговой орбите с заданным наклонением и заданной высотой, он рассматривается чисто разгонным. Второй импульс скорости рассматривается чисто тормозным, он сообщается КА при переходе КА на окололунную орбиту заданной высоты и наклонения (по отношению к лунному экватору). Траектория КА рассчитывается с учетом гравитационного влияния Земли, Луны и Солнца. То есть решается задача четырех тел. При этом учитывается вторая зональная гармоника гравитационного потенциала Земли. Положения и скорости небесных тел определяются с помощью эфемероидного обеспечения DE-405. Выбираемыми параметрами оптимизируемой схемы перелета рассматриваются 4 характеристики: долгота восходящего узла начальной геоцентрической орбиты, аргумент широты точки старта с этой орбиты, время перелета и величина первого импульса скорости. Рассматриваемая транспортная задача требует выполнения следующих трех граничных условий: высота окололунной орбиты должна быть равна заданной высоте; угол между селеноцентрическим радиус-вектором КА и вектором его селеноцентрической скорости в конечной точке траектории перелета на окололунную орбиту должен быть равен 90°; наклонение конечной окололунной орбиты к плоскости лунного экватора должно быть равно 90°.

Для расчета траектории перелета используется численное интегрирование системы дифференциальных уравнений, описывающей ограниченную задачу четырех тел с учетом второй зональной гармоники Земли. Задача формулируется как краевая задача третьего порядка с тремя неизвестными параметрами для системы шести обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка для геоцентрических координат и компонент скорости КА. В качестве параметров краевой задачи рассматриваются: долгота восходящего узла начальной геоцентрической орбиты, аргумент широты точки старта с этой орбиты и величина первого импульса скорости. Четвертый свободный выбираемый параметр рассматривается как внешний параметр, его выбор используется для минимизации суммарного импульса скорости как критерия оптимизации схемы перелета.

Список литературы

1. Егоров В.А. Пространственная задача достижения Луны. — М.: Наука, 1965.
2. Егоров В.А., Гусев Л. И. Динамика перелетов между Землей и Луной. — М.: Наука, 1980.
3. Себехей В. Теория орбит: ограниченная задача трех тел. — М.: Наука, 1982.
4. Topputo F. On optimal two-impulse Earth — Moon transfer in four-body model.

Математическое моделирование запуска РН с выведением ПН на НОО при воздушном старте

Никитюк И.С., Науменко К.М.
МАИ, Москва
ilya12-141998@mail.ru

Воздушный старт позволяет выводить легкие низкоорбитальные спутники различного назначения. Такой способ запуска обеспечивает возможность снижения затрат на строительство дорогостоящих стартовых сооружений, гибкость в выборе точки старта, включая околоэкваториальные широты, а также позволяет обеспечить широкий диапазон наклонений орбит выведения без дополнительных зон отчуждения для падения отработавших ступеней, возможность установки спутников на ракету на территории, наиболее приближенной и удобной заказчику пуска.

Рассматривались следующие задачи:

1. Разработка математической модели движения РН с выводом ПН на НОО при воздушном старте.

2. Проведение численных расчетов.

В процессе выполнения работы была разработана математическая модель и выбраны оптимальные параметры для различных вариантов.

Использование и развитие данного способа запуска спутников имеет ряд преимуществ и является весьма перспективным. Предлагаемое решение может быть применено в системах ДЗЗ и ДЗА, в космическом туризме, а также для КА целевого назначения.

Список литературы

1. Константинов М.С., Каменков Е.Ф., Перелыгин Б.П., Безвербый В.К. Механика космического полета: Учебник для втузов/ Под ред. В.П. Мишина. — М.: Машиностроение, 1989. — 408с.

2. Алифанов О.М., Андреев А.Н., Гущин В.Н. и др. Баллистические ракеты и ракеты-носители: Пособие для студентов вузов/ Под ред. О.М. Алифанова. — М.: Дрофа, 2004. — 512с.

3. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов: Учебное пособие для вузов. — М., 1973, — 16 с.

Методика выбора рациональных характеристик маневрирующего малоразмерного космического аппарата мониторинга окружающей среды

Фёдорова Н.В.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Ламзин В.В.

МАИ, Москва

nadyaiam@gmail.com

Современное развитие космических систем (КС) мониторинга окружающей среды характеризуется ростом числа решаемых задач, увеличением числа космических аппаратов (КА), расширением номенклатуры и информационных возможностей целевой съемочной аппаратуры, пересмотром концепций перспективных систем.

Рассматривается методика выбора рациональных характеристик маневрирующего малоразмерного космического аппарата (ММКА) мониторинга окружающей среды. Проводится оценка энергетических затрат при проведении орбитальных маневров аппарата.

При формировании моделей оценки тактико-технических характеристик ММКА рассматривается его состав, устанавливается связь массогабаритных и энергетических характеристик аппарата от параметров его подсистем. На начальном этапе проектных работ, при отсутствии необходимых данных в полном объеме, используется опыт реализации аналогичных проектов. Критерием эффективности при решении данной задачи принимается минимум массы ММКА. Выбираемыми параметрами являются проектные параметры энергетической системы и комбинированной двигательной установки.

Апробирование методики на модельных задачах показывает, что она обеспечивает определение рациональных проектных параметров ММКА при наличии динамики связей и технических ограничений. Результатом исследований является определение варианта модификации ММКА с наименьшей массой на реализацию проекта его создания. Результаты исследований могут быть применимы при разработке перспективных КС мониторинга окружающей среды на базе малоразмерных КА.

Метод расчета возмущенной траектории импульсного перелета на окололунную орбиту

Чжоу Жуи

Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Петухов В.Г.

МАИ, Чэнду, Китай

420790076@qq.com

Рассматривается задача двухимпульсного перелета между круговыми околоземной и окололунной орбитами с заданными высотами и наклонениями за заданное время. Используется математическая модель движения, учитывающая на всех участках движения КА притяжение Земли, Луны и Солнца как точечных масс и вторую зональную гармонику гравитационного потенциала Земли. Время отлета КА с начальной околоземной орбиты считается заданным. Неизвестными параметрами задачи, которые требуется найти для вычисления траектории перелета, являются долгота восходящего узла начальной околоземной орбиты, аргумент широты точки на этой орбите, в которой прикладывается первый импульс скорости и величина первого импульса скорости. Для минимизации суммарного импульса скорости полагается, что импульс скорости при отлете с околоземной орбиты должен быть

направлен вдоль вектора геоцентрической скорости КА, а при выведении на орбиту вокруг Луны – вдоль вектора селеноцентрической скорости КА.

Задача вычисления траектории перелета сводится к краевой задаче с тремя неизвестными параметрами (долготой восходящего узла начальной околоземной орбиты, аргумента широты точки приложения первого импульса и величины первого импульса скорости) для системы дифференциальных уравнений возмущенного движения КА. Необходимо найти такие значения неизвестных параметров краевой задачи, чтобы в заданный конечный момент времени удовлетворялись три конечных условия: селеноцентрическое удаление КА равно заданному радиусу конечной селеноцентрической орбиты, вектор селеноцентрической скорости КА ортогонален вектору селеноцентрического удаления КА и плоскость оскулирующей селеноцентрической орбиты КА наклонена к плоскости экватора Луны на заданный угол.

Начальное приближение для неизвестных параметров краевой задачи вычисляется с помощью итерационного решения последовательности задач Ламберта в невозмущенной задаче геоцентрического перелета с круговой околоземной орбиты заданной высоты и наклонения в заданную прицельную точку в окрестности Луны. В результате итераций определяется кеплеровская траектория перелета к Луне за заданное время, касающаяся начальной орбиты в точке отлета, и начальные приближения для отлетного импульса скорости, долготы восходящего узла начальной орбиты и аргумента широты точки приложения отлетного импульса скорости.

С использованием этого начального приближения решается краевая задача для возмущенного движения КА. Для вычисления возмущенной траектории перелета используется численное интегрирование уравнений возмущенного движения КА между двумя импульсами, а для решения краевой задачи — метод продолжения по параметру. Используемый метод основан на ньютоновской гомотопии между решениями невозмущенной и возмущенной краевых задач. Сущность метода продолжения заключается в сведении рассматриваемой краевой задачи к численному интегрированию системы вложенных дифференциальных уравнений с известными начальными условиями. Во внутреннем интегрировании решается задача Коши для дифференциальных уравнений возмущенного движения КА и вычисляются невязки краевой задачи в конечной точке траектории. Затем методом комплексного шага вычисляются производные от этих невязок по неизвестным параметрам краевой задачи и по параметру продолжения, которые используются для вычисления правых частей дифференциальных уравнений метода продолжения, интегрируемых по параметру продолжения во внешней задаче. Вектор зависимых переменных внешней задачи Коши при конечном значении параметра продолжения является решением рассматриваемой краевой задачи.

Разработанный метод реализован в виде программного обеспечения. В результате решения серии краевых задач с помощью этого программного обеспечения получены зависимости требуемых импульсов скорости от даты старта и длительности перелета, а также определены оптимальные значения этих параметров, обеспечивающие минимум суммарного импульса скорости.

Межпланетные перелёты. Расчёт траектории межпланетных КА

Шестернина А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ельников Р.В.
МАИ, Москва
aleks.samoichuk@yandex.ru

Изучение Венеры представляет интерес как с точки зрения фундаментальной науки, так и с точки зрения сравнительной планетологии: исследования Земли, Венеры и Марса позволяют лучше понять раннюю историю формирования и развития планет земной группы и эволюции их атмосфер, различие в истории их тектонической активности.

Учитывая периоды обращения и скорости планет, на полёт к Венере требуется около 5 месяцев. Задача определения орбиты в пространстве становится существенно более сложной, если в качестве исходной информации, кроме пространственных характеристик, задана их привязка к времени.

Наглядным примером этого является задача Ламберта, широко используемая в практике. Формулируется она следующим образом: по заданным характеристикам начального и конечного положений и заданному времени перелёта определить орбиту перелёта.

Полная модель, описывающая движение межпланетных КА, оказывается сложной, и использовать её на начальных этапах проектирования не целесообразно. Задача двух тел, которая описывает пассивное движение КА в окрестности одного небесного тела, имеет простое аналитическое решение. Это обстоятельство говорит о целесообразности разбития всего космического пространства на

области с преобладающим влиянием на траекторию КА только одного небесного тела — грависферы планет.

Задача исследования траектории КА, предназначенного для полёта к Венере, в рамках метода грависфер разбивается на следующие этапы:

1. Этап движения КА в грависфере Земли. На этом этапе траектория КА (АА1) исследуется в рамках задачи двух тел Земля – КА. Этап заканчивается получением характеристик движения КА в момент выхода из грависферы Земли (А1). Этот участок называется геоцентрическим.

2. Этап движения КА относительно Солнца (вне грависфер планет). Этот участок траектории называется гелиоцентрическим. На участке траектория КА исследуется в рамках задачи двух тел Солнце – КА. Этап начинается с получения гелиоцентрических характеристик траектории КА в момент выхода из грависферы Земли. При этом для получения вектора гелиоцентрической скорости КА Vo.c необходимо векторно сложить скорость Земли относительно Солнца в момент выхода КА из грависферы Земли Vз (переносную скорость) и скорость КА относительно Земли (геоцентрическую скорость) в этот же момент V_∞, полученную на предыдущем этапе: $V_{o.c} = V_з + V_\infty$.

3. Этап движения КА в грависфере Венеры. На этом участке траектория КА исследуется в рамках задачи двух тел Венера – КА. Этап начинается получением венероцентрических характеристик траектории КА в момент входа в грависферу Венеры. Для этого находится скорость КА относительно Венеры (венероцентрическая скорость) в момент входа в её грависферу V'_∞ как разность гелиоцентрических скоростей КА $V_{к.с}$ и Венеры Vв в этот момент времени $V'_\infty = V_{к.с} – V_в$.

Секция №5.2 Проектирование летательных аппаратов. Прочность авиационных и ракетно-космических конструкций

Анализ конструкции хвостового отсека сверхлёгкой ракеты-носителя

Винничук С.В.
Научный руководитель — к.т.н. Титов Д.М.
МАИ, Москва
ya.vinni03@yandex.ru

При анализе массового совершенства создаваемых ракет-носителей (РН), особенно вторых ступеней, особое внимание оказывается определению основных параметров «сухих» отсеков. Особенностью определения конструктивных параметров любых отсеков РН являются их разноуровневые взаимосвязи с соседними отсеками. Поэтому достаточная степень неопределенности их создания существенно влияет на время разработки и стоимость их проведения.

Входящие «сухие» отсеки можно классифицировать по виду конструкции на гладкие, стрингерные, лонжеронные, вафельные, гофрированные и многослойные.

Приведем основные характеристики отсеков.

У гладких отсеков толстая обшивка, так как отсутствуют подкрепляющие элементы – они самые простые по конструкции и недорогие в изготовлении.

Наиболее широко применяются отсеки стрингерной и лонжеронной конструкций. Данные отсеки отличаются между собой лишь характером восприятия нагрузки — стрингерные не допускают потери устойчивости обшивки между стрингерами и шпангоутами, а лонжеронные допускают (работает в основном лонжерон с прилегающей к нему частью обшивки). Внешне силовой набор схож — у лонжеронных отсеков более мощные продольные элементы, ставятся они чаще стрингеров, а обшивка более тонкая, так как выбирается из технологических и температурных условий.

Под вафельной конструкцией понимают конструктивно-ортотропные оболочки с часто расположенным подкрепляющим набором, который выполнен как одно целое с листом.

Гофрированная конструкция изготовляется из листов алюминиевого сплава либо коррозионностойкой стали.

Целью исследования было выявление зависимости конструктивных особенностей «сухого» отсека от массы выводимого полезного груза для сверхлёгкой РН. В работе были определены взаимосвязи массы различных конструкций для различных грузоподъемностей РН от массы полезного груза и показаны границы их применяемости. Для этого рассматривался «сухой» отсек второй ступени, в котором расположен двигатель. Были рассмотрены теоретические РН с массой полезного груза от 100 до 3000 кг. В качестве объекта исследования рассмотрены конструкции следующих типов: гладкие, стрингерные, лонжеронные, вафельные и гофрированные. В качестве материалов использовались алюминиево-магниевые сплавы. Были выявлены границы применяемости различных видов конструкций, учитывая только массовый критерий эффективности и технологические ограничения.

Для массы полезного груза ракеты-носителя до 200 кг целесообразна гладкая обечайка; от 200 кг до 1 т — вафельная; от 1,1 т до 1,5 т — лонжеронная; от 1,5 т до 3 т — гофрированная. Также были отмечены граничные условия, в которых массовые критерии для различных видов конструкций приблизительно равноценны и их выбор зависит от технологичности изготавливаемого изделия.

Методика выбора рациональной программы модернизации космической системы дистанционного зондирования Земли в планируемый период

Владимирова А.Р., Морозова А.В., Архипов С.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ламзин В.В.
МАИ, Москва
vladianastasia@yandex.ru

Проблеме повышения эффективности космических систем (КС) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), разработке новых технических и технологических решений, исследованию отдельных задач проектного анализа космических аппаратов (КА) и его подсистем уделяется много внимания, а вопросы модернизации и повышения эффективности КС ДЗЗ, прогнозирования характеристик техники и технологии перспективных КА не получили еще должного освещения.

В докладе с единой методической позиции рассмотрены вопросы создания перспективных модификаций КА и выбора рациональной программы модернизации КС ДЗЗ как важных

направлений снижения затрат на разработку и продления сроков эффективной эксплуатации системы. Приведены подходы при проведении проектных исследований системы с учетом развития (модернизации) техники в планируемый период.

Особенностью проектных исследований является многоуровневая организация работ, формирование многоуровневой модели объекта, анализ динамики связей при выборе рациональной программы модернизации КС и замене подсистем [1]. Подробно разработана проектная модель для решения задачи выбора рациональной программы модернизации системы в планируемый период. При разработке модели реализован метод двухуровневой согласованной оптимизации параметров модификаций КА с учетом особенностей проектно-конструкторских решений для подсистем аппарата [2, 3].

При реализации методики организуется согласованный оптимизационный поиск, используются приемы направленной адаптации проектных зависимостей. Такой подход позволяет найти оптимальные решения для КА и КС в целом, определить их технико-экономические характеристики. Представлен алгоритм решения задачи выбора рациональной программы модернизации, приведены модельные примеры реализации методики.

Конструирование трехслойных баков с использованием технологии 3D-печати

Волков А.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зотов А.А.
МАИ, Икша
rosezento@gmail.com

В конструкции летательных аппаратов широко используются многослойные панели и оболочки с различными заполнителями. Наиболее распространены сотовые, гофровые и вспениваемые заполнители. В последнее время появились перспективные складчатые, а также ферменные структуры. Опыт эксплуатации и отработки объектов с применением трехслойных пакетов показал их высокую эффективность благодаря тому, что при малом весе они обладают высокой удельной прочностью и жесткостью. К их недостаткам относятся: низкая ударная прочность, сложность с удалением конденсата, невысокая прочность на сдвиг, трудоемкость изготовления. Новые технологии изготовления данных структур из высокопрочных армированных композиционных материалов (стекло, углепластики) и широкие возможности по оптимизации их геометрических параметров позволяют добиться более высоких прочностных характеристик заполнителя на поперечное сжатие, продольный сдвиг и изгиб. Тем не менее, проблемы удаления конденсата, снижения трудоемкости изготовления, обеспечения надежности соединения заполнителя с несущими слоями, а также сложности выполнения конструкций с изменяемой геометрической конфигурацией заставляют искать новые решения.

В настоящей работе показаны возможности применения трехслойных конструкций, изготовленных с использованием 3D-печати, с заполнителем дискретной структуры в виде конусообразных ячеек.

Предлагаемая структура заполнителя позволяет успешно решать задачу удаления конденсата, а также тепло- и звукоизоляции. По сравнению с ферменными заполнителями подобной структуры замкнутые усеченные конические ячейки обеспечивают большую жесткость при практически равном весе. Традиционные технологические приемы соединения заполнителя с несущими слоями в виде склеивания или точечной сварки имеют невысокую надежность и невысокую прочность при продольном сдвиге, кроме того сложно контролировать качество соединений. Изготовление конструкций с предлагаемой конфигурацией заполнителя с помощью 3D-печати позволяет выполнять единую трехслойную структуру в одну операцию, существенно улучшая характеристики соединений заполнителя с обшивкой. Примером таких оболочек могут служить баки и баллоны высокого давления со сферическими днищами. Представлены примеры моделей, выполненных с помощью предлагаемого алгоритма, некоторые результаты расчета на прочность и выбора оптимальных конструктивных параметров.

Разработка универсального защитного модуля для лунной миссии

Губкина А.С., Ромашко А.С.
Научный руководитель — Тузиков С.А.
МАИ, Москва
nanon.danon@gmail.com

Луна является наиболее близким к Земле крупным небесным телом и перспективным объектом для проведения исследований. В последние годы существенно вырос интерес к анализу возможных направлений развития исследований Луны. В качестве основных рассматриваются:

• Проведение спусков на поверхность Луны космических аппаратов (на начальных этапах – автоматических лунных посадочных станций), выполняющих исследования в интересах последующего освоения лунных ресурсов;

• Размещение на низкой окололунной орбите обитаемой лунной орбитальной станции, состоящей из одного или нескольких модулей;

• Обеспечение систематической доставки космических экипажей на лунную орбитальную станцию и создание соответствующей транспортной инфраструктуры;

• Выполнение на борту лунной орбитальной станции научно-исследовательских программ работ экспедициями посещения;

• Обеспечение работы на поверхности Луны робототехнических комплексов;

• Рассмотрение вариантов размещения на поверхности Луны обитаемой лунной базы.

Целью выполненного исследования является разработка предложений по формированию инфраструктуры лунной базы начального этапа. Актуальность данной работы заключается в том, что на текущий момент способы освоения поверхности Луны и лунных ресурсов не рассмотрены в полном объеме.

В ходе исследования:

1) Разработаны предложения по составу бортовых систем модуля лунной базы.

2) Рассмотрены возможности улучшения защиты экипажа. Разработаны способы развертывания дополнительной защиты экипажа, находящегося на борту, от воздействия неблагоприятных факторов окололунного космического пространства.

3) Разработаны предложения по обеспечению перемещения космонавтов при выполнении работ на объектах лунной базы.

4) Разработаны способы адаптации универсального защитного модуля к условиям эксплуатации на поверхности Луны.

В ближайшем будущем разработанные и освоенные технологии будут являться базовыми для дальнейшего изучения и освоения космического пространства.

Исследование поведения динамической устойчивости конической оболочки ЛА из композитного материала при комплексном термосиловом нагружении

Егошин Е.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Туркин И.К.
МАИ, Москва
egoshinee@mail.ru

В работе исследуется динамическая устойчивость тонкостенной неподкреплённой конической оболочки ЛА из композиционного материала при комплексном термосиловом нагружении.

В качестве математической модели использовались уравнения движения элемента оболочки в проекции на нормаль к образующей и уравнения совместности деформации в неподкреплённой оболочки. Учёт температурных усилий в осевом, окружном и касательном направлениях в этих уравнениях проведён на основе работ [1,2].

Решение системы дифференциальных уравнений осуществлялось в тригонометрических рядах относительно прогиба оболочки [3,4]. В результате численного интегрирования дифференциальных уравнений с помощью метода Бубнова—Галеркина получено основное дифференциальное уравнение, устанавливающее зависимость между параметрами прогиба и изменяющейся во времени осевой нагрузкой. Граничные условия в исследовании соответствуют шарнирному закреплению оболочки, в качестве допущений используются соотношения Кирхгофа—Лява. Прикладывалась сжимающая нагрузка, пропорциональная времени при постоянном тепловом воздействии.

Численное решение основного дифференциального уравнения позволило оценить влияние термосилового нагружения на динамическую устойчивость композитной конической оболочки.

Анализ результатов показал, что с ростом скорости нагружения число волн и время начала потери устойчивости оболочки увеличиваются. На основе исследований, проведённых в данной работе, появляется возможность анализировать несущую способность конических оболочек ЛА из композитных материалов. Это позволит проектировать конструкцию головных обтекателей с учётом указанных воздействий. Для сравнения результатов была построена модель в программной среде Ansis и SolidWorks.

Список литературы

1. Агамиров В.Л. Динамические задачи нелиненой теории оболочек. — М.: Наука, 1990.

2. Огибалов П.М., Грибанов В.Ф. Термоустойчивость пластин и оболочек. — М.: Изд-во МГУ, 1968.

3. Парафесь С.Г., Туркин И.К. Актуальные задачи аэроупругости и динамики конструкций высокоманевренных беспилотных летательных аппаратов. — М.: Изд-во МАИ, 2016.

4. Туркин И.К. Элементы конструкции ЛА с применением композитных материалов: Учебное пособие. — М.: Изд-во МАИ, 1997.

Решение задачи прочностного проектирования элементов фюзеляжа транспортного самолета

Зырянов С.С.
Научный руководитель — к.т.н. Баранцев С.М.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
bars45@rambler.ru

Фюзеляж самолёта представляет тонкостенную оболочку, подкреплённую продольным (лонжероны, стрингеры) и поперечным (шпангоуты) силовыми наборами. На фюзеляже уравновешиваются силы от прикреплённых к нему крыла, оперения, силовой установки; аэродинамические силы; силы от избыточного давления в гермоотсеках и воздушных каналах двигателя и массовые силы от грузов и агрегатов.

В работе выполнены расчеты конструктивных элементов фюзеляжа транспортного самолета. Создана конструкция, которая при минимальном весе в состоянии воспринимать эксплуатационные нагрузки, не разрушаясь. Проектирование заключалось в совокупности расчётов на прочность, жёсткость и устойчивость, обеспечивающих сопротивляемость конструкции действию внешних воздействий, способность сохранять заданные формы равновесия в деформированном состоянии, а также возможность предотвратить элементы конструкции от недопустимо больших перемещений.

За базовые значения при выполнении расчетов принимались следующие данные: геометрические размеры фюзеляжа, нагрузки, передаваемые от сопряженных элементов; физико-механические свойства материала и вес самолета. Расчеты позволили определить значения нормальных и касательных напряжений в наиболее нагруженных сечениях фюзеляжа.

Список литературы

1. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов. — М.: Машиностроение, 1991. — 400 с.

2. Овчинников В.В. Строительная механика боевых летательных аппаратов: Учебник для слушателей и курсантов вузов ВВС. — М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2009. — 373с.

Обзор методов оптимального проектирования и расчета подкрепленных панелей из композиционных материалов

Ковкута А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Гавва Л.М.
МАИ, Москва
akovkuta@gmail.com

Оптимизация конструкций является одной из наиболее актуальных проблем проектирования. Широкое распространение конструктивно-анизотропных панелей из полимерных композиционных материалов (ПКМ) в конструкциях самолетов приводит к необходимости развития уточнённых методов для оценки их напряженно-деформированного состояния на шаге проектирования.

В работе рассматриваются существующие методы оптимизации и проектирования подкрепленных панелей и конструктивно-анизотропных гладких панелей из ПКМ. Даётся обзор публикаций отечественных и зарубежных авторов, анализируется современное состояние вопроса.

В целях минимизации массы конструктивно-анизотропной композитной панели применяются:

стандартный генетический алгоритм;

метод глобальной аппроксимации, когда происходит снижение вычислительных затрат с использованием ранее разработанных моделей, построенных решений аналитическими или численными методами;

процедура оптимизации с глобальной стратегией приближения, основанная на методах искусственных нейронных сетей и генетического алгоритма;

алгоритм линейного программирования, методы теории нелинейного программирования;

градиентный метод, метод выпуклых комбинаций, метод свертывания.

Авторами рассмотрены различные виды подкреплений, нагружения панели и критерии оптимизации.

Дана классификация исторически сформировавшихся методов анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) конструктивно-анизотропных панелей из композиционных материалов. Одна из новых моделей определения НДС подкрепленных анизотропных панелей учитывает технологию изготовления конструкций. Также приведен ряд других новых расчетных моделей для исследования НДС панелей.

Представленный обзор даёт возможность оценить состояние вопроса, указывает направления дальнейших исследований. Необходимо разработать процесс проектирования и оптимизации для минимизации веса и удовлетворения необходимых конструктивных ограничений конструктивно-анизотропных панелей из ПКМ, основу которого составляют новые расчётные модели в уточнённой постановке.

Тенденции развития и совершенствования малоразмерных космических аппаратов нового поколения с радиолокаторами

Коростин И.В., Котляров Д.О., Путкин А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ламзин В.А.
МАИ, Москва
mitya.kotlyarov@gmail.com

Космическая информация, получаемая с малоразмерных космических аппаратов (МКА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), широко применяется для решения различных тематических задач. Каждая задача выдвигает свои специфические требования к целевой съёмочной аппаратуре. Современные радиолокаторы с синтезированной апертурой антенны (РСА), установленные на борту МКА, имеют огромные информационные возможности по совершенствованию способов, алгоритмов и технических средств обработки информации, элементной базы, использованию новых технологий, контролю состояния экосистем и мониторинга.

В работе проведен анализ состояния существующих отечественных и зарубежных космических систем ДЗЗ на базе МКА с радиолокаторами. Анализ показывает общие направления модернизации существующих и создания перспективных космических систем на базе МКА с радиолокаторами: расширение функциональных возможностей системы с целью увеличения количества и повышения качества предоставляемой информации; повышение разрешающей способности; широкое внедрение методов зондирования с получением трехмерных радиолокационных портретов объектов, детально выявляющих их форму; повышение точности привязки получаемого радиолокационного изображения к объектам на местности; снижение потребляемой мощности, повышение надежности и срока активного существования бортовых систем и МКА в целом; разработка и реализация многофункциональных интегрированных космических систем для достижения оптимальной структуры и характеристик комплекса приема, передачи, обработки и предоставления потребителям космической информации; сокращение сроков разработки и создания новых космических систем ДЗЗ до 1,5…2,5 лет; снижение массовых и габаритных характеристик целевой аппаратуры: съемочной, обработки информации, передачи информации по радиоканалу; увеличение числа задач, решаемых МКА; создание на базе МКА, адаптированных для решения различных задач потребителей, перспективных высокорентабельных космических систем.

В работе сформулированы перспективы развития космических систем на базе МКА с радиолокаторами, связанные с дальнейшим повышением эффективности их применения.

Список литературы

1. Матвеев Ю.А., Ламзин В.А., В.В. Ламзин В.В. Основы проектирования модификаций космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. — М.: Изд-во МАИ, 2015. — 176 с.

2. Алифанов О.М., Матвеев Ю.А., Ламзин В.А., Ламзин В.В. Теоретические основы эффективной модернизации космических систем ДЗЗ // Труды МАИ. 2011. №43.

3. Ламзин В.В., Макаров Ю.Н., Матвеев Ю.А. Вопросы поиска эффективных проектных решений при модернизации космической системы ДЗЗ // Полет. 2011. № 5.

Оценка прочности узлов концентрации напряжений в жидкостных ракетных двигателях

Ларионова О.Е.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Абашев Д.Р.
МФТИ, Москва
lelya.larionova@gmail.com

В прочностных расчетах жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) важно изучение напряженно-деформированного состояния (НДС) узлов концентрации напряжений и определение их прочностных характеристик.

В расчетно-экспериментальной работе на примере моделирования экспериментов по статическому растяжению цилиндрических образцов сплавов 12Х18Н10Т и БрХ08-Ш, применяемых в ЖРД, приводятся метод расчета НДС и оценка прочности деталей, имеющих концентраторы напряжений.

По результатам проведенных испытаний цилиндрических образцов сплавов постоянного сечения на растяжение получены диаграммы деформаций. Испытания проводились до разрушения образцов, деформация снималась с помощью навесного экстензометра, данные об усилии – с тензодинамометра испытательной машины. В образце такого вида реализуется одноосное напряженное состояние, что позволяет построить кривую деформирования – зависимость истинных напряжений от логарифмической деформации. Для данных материалов из эксперимента были получены: модуль Юнга, функция пластического упрочнения и предел прочности $б_в$. Полученные характеристики материала были верифицированы путем расчета проведенного эксперимента по методу конечных элементов (МКЭ) в программном комплексе Abaqus. Проведен расчет НДС образцов с кольцевой выточкой по МКЭ до достижения максимальной нагрузки. При проведении расчета использовались теория единой кривой и теория пластичности при изотропном упрочнении. Далее образцы с концентратором напряжения испытывались на растяжение до разрушения так же; снимались деформация и нагрузки.

В работе приведено сравнение результатов эксперимента и расчета всех испытанных образцов. При оценке прочности образцов с выточкой применялся силовой критерий. Моментом разрушения считалось достижение интенсивности напряжений значения предела прочности $б_в$. Показана адекватность использованных теорий для расчета НДС и оценки прочности элементов ЖРД при статическом нагружении.

Концепция создания капсулы для транспортировки и доставки морского оружия авиационной техникой в экстремальных погодных условиях

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

При открытой транспортировке и доставке морского оружия (торпеды, антиторпеды) в радиус боевого действия температура морского оружия перед активным режимом должна составлять 280-283К, поскольку некоторые датчики морского оружия восприимчивы к температуре, находясь не в активном режиме, что уменьшает процент надежности работы. Также зависят от температуры конструкторские элементы морского оружия (узлы соединений отсеков, электрические соединения и т.д.). В экстремальных погодных условиях без дополнительной конструкции утепления и температурной изоляции сохранить условие температуры торпеды невозможно. Чтобы решить данную задачу, для доставки и транспортировки используется капсула. Для получения минимального веса капсулы, получения характеристик капсулы, отвечающих за благоприятный микроклимат морского оружия, применяют полимерные композиционные материалы.

Актуальность данной работы заключается в повышении эффективности и увеличении географических рамок работы морского оружия за счет капсулы.

В ходе работы были определены виды композитных полимерных материалов для создания капсулы с точки зрения технологичности, выявлены основные конструкционные схемы капсулы для сброса морского оружия, проведен расчет на теплопроводность. Была смоделирована капсула и проведен стационарный и нестационарный расчет капсулы на теплопроводность методом конечных элементов. Рассмотрены виды сброса торпеды и конструктивные схемы капсулы.

В данной работе изложена конструкция капсулы для морского оружия, обеспечивающей минимальную температурную изоляцию и благоприятный микроклимат, и тем самым увеличивающей границу действия морского оружия.

Список литературы

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
2. Коротких А.Г. Теплопроводность материалов. – Т.: Изд-во ТПУ, 2011. – 97 с.
3. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. – С.: НОТ, 2010. 822 с.

Система автоматизированного проектирования беспилотных грузовых вертолетов

Маслов С.А., Соснов О.Р., Щербаков А.А.
МАИ, Москва
serge30286@gmail.com

В СКБ 602 МАИ разработана система автоматизированного проектирования (САПР) для проектирования беспилотных грузовых вертолётов. Система 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 полета.

После получения вводных значений программа использует статистические данные для формирования опорного облика будущего летательного аппарата. Из библиотеки статистических данных берутся следующие характеристики:

- Относительная масса полезной нагрузки
- Тяговооруженность
- Диаметр несущего винта
- 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.

Космический корабль дальнего радиуса действия

Матасов Н.А.
ЯрГУ им. П.Г. Демидова, Ярославль
matasov44@gmail.com

Для освоения космоса в практических целях нужно будет создавать принципиально новые космические транспортные средства передвижения в космосе для большого количества людей. Поэтому главной задачей проекта является возможность создания космического звездолёта дальнего радиуса действия (ДРД).

Данная работа актуальна, так как недавно Россией, США, Китаем и Европой приняты долговременные программы по созданию новых тяжёлых ракета-носителей и космических кораблей для полётов на Луну и Марс.

Целью работы является оценка возможности создания космического звездолёта дальнего радиуса действия на основе современных технологий, расчёт основных параметров и попытка определить примерную стоимость проекта.

Значение данной работы заключается в том, что уже в 21-м веке можно будет проектировать новые звездолёты и активно применять их для науки и экономической деятельности человека. Межзвездные полеты даже на субсветовых скоростях для существ на биологической основе (у землян

– людей) совершенно лишены смысла. Экспедиция "в один конец" – это дорогостоящее удовольствие, которое почти ничего не даст ни человечеству, ни экипажу, ни экспедиции.

Размышляя о далеком будущем, надо в самой дерзкой форме предполагать грядущие технологические идеи.

Работа содержит следующие разделы:

1.1. Основные данные космического звездолёта ДРД
1.2 Энергетическая система
1.3 Система жизнеобеспечения (СЖО)
1.4 Системы связи и транспортировки
1.5 Защита от радиации и микрометеоритов
1.6 Защита от больших космических тел
1.7 Шаттлы
1.8 Космическая навигация
1.9 Двигатель
1.10 Основные нерешённые проблемы
1.10.1 Гравитация
1.10.2 Гипотетический WARP-двигатель
1.11 Стоимость вывода звездолёта на околоземную орбиту

Список литературы

Мишин В. П., Безвербый В. К., Панкратов Б. М., Щеверов Д. Н. Основы проектирования летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1985. -355 с.

http://еда-космонавтов.рф/blog/post/regeneracia-vody-na-mks

http://www.bbc.com/russian/science/2014/05/140514_vert_fut_space_bad_for_your_health.

http://www.membrana.ru/particle/3298/

https://www.nasa.gov/centers/marshall/home/index.html.

http://spacegid.com/stars/nearest_star

http://www.buran.ru/htm/cliper.htm

Методы исследования поведения КА при динамических воздействиях

Оганесян К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва
oganesyankarapet@mail.ru

Расчет динамики всего космического комплекса проводится на самых ранних стадиях проектирования и уточняется при внесении существенных изменений в конструкцию КА в ходе конструирования. Для расчета динамики КА используется ряд математических методов исследования. В общем случае реакция любой сложной механической системы на внешние или внутренние возмущения может определяться двумя путями – исследованием динамических процессов во временной и частичной области.

При изучении динамических процессов более предпочтительными являются исследования процессов в КА во временной области, так как они позволяют учитывать фазовые соотношения между составляющими процесса гармониками, которые во многом определяют максимальные мгновенные значения тонов колебаний. Количество их обычно не превышает 2-3. Исследование динамических процессов дает возможность подбора жесткостных характеристик конструкции КА в зависимости от параметров динамической схемы космического комплекса.

Распределенная модель имитирует реальную конструкцию в виде ограниченного числа непрерывных элементов, каждый из которых описывается точным уравнением движения и граничными условиями. Основное достоинство распределенной модели – наиболее адекватное представление рассматриваемой конструкции, но это приводит к достаточно сложным системам уравнений, при которых проявляются трудности вычислительного характера.

В смешанных или комбинированных моделях континуальные элементы сочетаются с сосредоточенными инерционными элементами. При этом основной вклад в распределение жесткостей вносят континуальные элементы, а сосредоточенные элементы определяют инерционные характеристики. Конечно-разностные модели получили распространение в расчетной практике только в последнее время, так как для их реализации применительно к сложным многорезонансным конструкциям требуются мощные ЭВМ. Конечно-разностные модели представляют исследуемую конструкцию в виде большого числа безмассовых жестких элементов со связями, сосредоточенными

на общих границах, массами, сконцентрированными на общих границах, и массами, сконцентрированными в узловым точках.

К недостаткам этих моделей можно отнести:

• Трудность выбора конечного элемента, удовлетворительно описывающего все составные части конструкции;

• Большое время счета на ЭВМ нестанционарной задачи динамики;

• Ориентированность на решение линейных систем.

Выбор динамической модели, т.е. составление системы уравнений, описывающей условия динамического равновесия конструкции при приложенных внешних динамических силах, является наиболее сложной и ответственной задачей исследования динамики КА. Она должна правильно отражать основные свойства реальной системы и по возможности быть достаточно простой. Задача решается введением ряда ограничений и упрощений. Основным упрощением является приведение реальной системы с бесконечным числом степеней свободы, описываемой дифференциальными уравнениями в частных производных, к системе с ограниченным числом степеней свободы, движение которой может быть представлено конечным числом обыкновенных дифференциальных уравнений. Число степеней эквивалентной системы определяется выбранным числом сосредоточенных масс, количество последних выбирается в каждом конкретном случае в зависимости от условий нагружения, динамических характеристик системы и потребностей точности расчетов.

Исследование влияния инерционных сил и внутреннего давления на тонкостенные осесимметричные конструкции, содержащие жидкость

Пак Сонги
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Григорьев В.Г.
МАИ, Москва; Сеул, Республика Корея
haaz7790@naver.com

Многие технические устройства, системы и сооружения, работающие в условиях динамических нагрузок, имеют в своем составе тонкостенные упругие ёмкости, частично или полностью заполненные жидкими компонентами, оказывающими существенное влияние на динамические характеристики конструкций. При конструировании таких систем может возникнуть статическая и динамическая неустойчивость тонкостенных конструкций. Определение статических и динамических характеристик конструкций, а также устранение статических и динамических неустойчивости конструкций должно решаться на этапе проектирования конструкций для обеспечения безопасности и эффективности.

В данной работе рассматривается влияние инерционных сил и внутреннего давления на содержащие идеальную несжимаемую жидкость тонкостенные осесимметричные конструкции, входящие в состав различных технических систем и взаимодействующие с ними в условиях статического равновесия. В этом случае устойчивость конструкции будет зависеть от величины внутреннего давления и значения массы. Такие факторы не зависят друг от друга. Многофакторные задачи устойчивости нельзя подставить в стандартную формулу Эйлера. Также рассматривается математическая модель для многокомпонентного нагружения.

Целью исследования является разработка критериев и создание вычислительных программ, ориентированных на возможно более широкий класс конструкций.

Список литературы

1. Григорьев В.Г. Методология исследования динамических свойств сложных упругих и гидроупругих систем. - М., 2000. - 326 с

2. Шклярчук Ф.Н., Гришанина Т. В. Применение метода отсеков к расчету колебаний жидкостных ракет-носителей. – М.: Изд-во МАИ, 2017. – 160 с.

Методика определения рациональных характеристик бортового радиокомплекса в составе малоразмерного космического аппарата

Поляков О.Б., Чуркин М.А., Лютorович С.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ламзин В.В.
МАИ, Москва
xbunny42@gmail.com

В работе рассматривается задача оптимизации характеристик модификаций бортового радиокомплекса (БРК) в составе перспективного малоразмерного космического аппарата (МКА).

Приведена постановка задачи и разработана методика её решения (метод и алгоритм проведения исследований). В основу метода положены представления о многоуровневом управлении разработкой и реализации многоуровневой проектной модели [1]. Алгоритм проведения исследований включает последовательное решение проектных задачи на верхнем и нижнем уровнях управления разработкой, при этом реализуется процедура согласования проектных решений. Такой подход, с одной стороны, даёт возможность учесть особенности проектно-конструкторских решений подсистем БРК (передающее устройство, антенна и др.) без расширения состава проектной модели; с другой стороны, оптимизация параметров подсистем БРК на нижнем уровне управления (при детализации проектной модели) проводится с учётом динамики функциональных ограничений.

Подробно разработана проектная модель для решения задачи, которая представляет собой ряд функциональных зависимостей определения характеристик подсистем и БРК в целом, полученных путем обработки статистических данных по прототипам. Проектная модель дополнена уравнением радиолинии (уравнение связи), полученным с использованием литературы [2, 3]. При формировании вида функциональных зависимостей использовались методы корреляционного и регрессионного анализа, а также метод наименьших квадратов,

На модельных примерах (рассматривались S- и X-диапазоны частот) проведены исследования влияния параметров наземного комплекса приема и обработки космической информации на технико-экономические характеристики перспективных модификаций БРК. Полученные на модельных примерах оценки рациональных характеристик БРК могут быть использованы для детального анализа эффективности МКА перспективных космических систем с целью прогнозирования их развития и расширения области применения.

Список литературы

1. Матвеев Ю.А., Ламзин В.А., Ламзин В.В. Основы проектирования модификаций космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. – М.: Изд-во МАИ, 2015. – 176 с.

2. Камнев В.Е., Черкасов В.В., Чечин Г.В. Спутниковые сети связи: Учеб. пособие. – М.: Альпина Паблишер, 2004. – 536 с.

3. Спутниковая связь и вещание: Справочник / Под ред. Л.Я. Кантора. – М.: Радио и связь, 1997. – 528 с.

Определение расчетных параметров при проектировании крыла транспортного самолета

Роменский Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Баранцев С.М.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
bars4558@mail.ru

Для обеспечения полета самолета на всех допустимых режимах эксплуатации крыло должно обладать при наименьшей массе конструкции достаточной прочностью и жесткостью. Стремление конструкторов увеличить прочность и уменьшить массу крыла самолета становится первоочередной задачей при проектировании летательного аппарата.

В качестве исходных данных для выполнения расчетов использовались следующие параметры: длина фюзеляжа и удлинение фюзеляжа; размах, угол стреловидности, удлинение и сужение крыла; вес самолета; максимальная эксплуатационная перегрузка, вес одного двигателя и число двигателей. Расчеты выполнялись в следующей последовательности: производилось определение нагрузок на крыло, нахождение сечений с экстремальными значениями моментов и поперечной силы. Расчетная схема крыла приводилась к коробчатому сечению. Воздействие изгибающего момента воспринималось верхней и нижней панелями крыла в виде сжимающей и растягивающей сил. Расчеты выполнялись методом редукционных коэффициентов. Поскольку целью расчетов было определение геометрических характеристик сечения и компоновки крыла, в качестве разрушающего напряжения принимались напряжения, при которых разрушается самый прочный элемент панели. Для растянутой панели таким напряжением были предельные напряжения для пояса лонжерона, а для сжатой панели – его критическое напряжение. Варьирумыми параметрами являлись: площадь и количество стрингеров, ширина и толщина обшивки, площадь пояса лонжерона и их количество. Расчеты завершались при получении наилучшего соотношения между получаемыми напряжениями и геометрией силовых и подкрепляющих элементов крыла.

Список литературы

1. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов. — М: Машиностроение, 1991. – 400 с.

2. Овчинников В.В. Строительная механика боевых летательных аппаратов: Учебник для слушателей и курсантов вузов ВВС. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2009. – 373 с.

Определение напряжений в узлах крепления стоек шасси транспортного самолета

Свиридов М.Г.
Научный руководитель — к.т.н. Баранцев С.М.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
barl2005@yandex.ru

Шасси – совокупность элементов, обеспечивающих опирание летательного аппарата на поверхность взлетно-посадочной полосы. При посадке и перемещении по аэродрому на данные опорные элементы действуют различные нагрузки. Разрушение конструктивных элементов шасси происходит при возникновении напряжений, превышающих значения предельных напряжений, и за счет возникновения усталостных напряжений.

При определении проектных параметров построены эпюры изгибающих моментов и выполнены расчеты распределения напряжений передней и основных стоек шасси. Перегрузки в шасси возникают при превышении скорости посадки за счет ошибок пилотирования.Целью расчетов было определение опасных сечений и подбор материала для оптимизации веса шасси. Рассматривалась трехопорная схема шасси с передней опорой и многоколесной (трехколесной) основной опорой.

В качестве данных для расчета использовались геометрические размеры стоек, величина действующей нагрузки и условия нагружения. Расчеты позволили определить значения напряжений в узлах крепления и распорных элементах стоек. Выполненная разработка может быть использована в качестве алгоритма при проектировании узловых элементов шасси транспортного самолета.

Список литературы

1. Конструкция и прочность летательных аппаратов: Учебник для вузов ВВС / Под ред. О.В. Болховитинова. — М.: ВВИА им. Проф. Н.Е. Жуковского, 2004. – 678 с.

2. Овчинников В.В. Строительная механика боевых летательных аппаратов: Учебник для слушателей и курсантов вузов ВВС. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2009. – 373 с.

Об одном способе повышения эффективности применения малоразмерного космического аппарата дистанционного зондирования Земли

Седов Е.В., Киреев И.А., Згонник А.А.
Научный руководитель — д.т.н. Ламзин В.В.
МАИ, Москва
realgar@list.ru

Опыт разработки космических систем (КС) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) показывает, что повышение эффективности применения перспективных КС связано с совершенствованием целевой съемочной аппаратуры (улучшением разрешающей способности, увеличением количества спектральных каналов, снижением периодичности наблюдения и др.) и обеспечивается за счет высокой надёжности отработанных систем и агрегатов, конструктивно-технологической преемственностью. Проводятся работы по модернизации существующих и созданию перспективных систем для удовлетворения возрастающих требований потребителей космической информации, расширяются функциональные возможности системы [1–3]. На базе малоразмерных космических аппаратов (МКА) разрабатываются перспективные высокорентабельные КС ДЗЗ, адаптированные для решения различных задач потребителей Данный подход является целесообразным с экономической позиции и при наличии технических и технологических ограничений.

Разработана методика, включающая модели и алгоритмы, позволяющая определить рациональные характеристики подсистем и МКА в целом при заданных ограничениях. На модельных примерах проведены исследования влияния внешних связей на тактико-технические характеристики МКА. Результаты исследований могут быть использованы для детального анализа эффективности МКА перспективных космических систем ДЗЗ с целью прогнозирования их развития и расширения области применения.

Список литературы

1. Матвеев Ю.А., Ламзин В.А., Ламзин В.В. Основы проектирования модификаций космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. – М.: Изд-во МАИ, 2015. – 176 с.

2. Алифанов О.М., Матвеев Ю.А., Ламзин В.А., Ламзин В.В. Теоретические основы эффективной модернизации космических систем ДЗЗ // Труды МАИ. 2011. №43. С. 1–17.

3. Ламзин В.В., Макаров Ю.Н., Матвеев Ю.А. Вопросы поиска эффективных проектных решений при модернизации космической системы ДЗЗ // Полет. 2011. № 5. С. 3–9.

Определение оптимальной формы вырезов в цилиндрической оболочке сетчатой структуры из полимерных композиционных материалов

Суворов А.С.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва
leks.276086@mail.ru

Сетчатые оболочки из композиционных материалов на основе углеродных волокон и полимерной матрицы находят широкое применение в качестве силовых элементов конструкций современной техники. Из конструктивных соображений такие оболочки нередко имеют вырезы, что приводит к появлению зон повышенных напряжений. Для снижения уровня этих напряжений вырезы подкрепляются монолитными окантовками. Данная работа посвящена выбору оптимальной формы вырезов и параметров окантовок вырезов в цилиндрической оболочке сетчатой структуры.

Предметом рассмотрения является отсек сетчатой структуры без обшивки, выполненный из углепластика и представляющий собой цилиндрическую оболочку высотой H=510 мм, с внутренним диаметром D=380 мм, нагруженный осевой сжимающей силой. В отсеке выполнены два диаметрально противоположных выреза. Оптимальную форму вырезов и параметры подкрепляющей окантовки определяем из условия минимальной массы при ограничениях по уровню напряжений и критической нагрузке потери устойчивости. Расчет отсека проводится численно с помощью метода конечных элементов [1, 2], который позволяет учитывать различного рода неоднородности (вырезы, жесткие включения и т.д.), разнообразные типы граничных условий и нагрузок.

Проводится сравнение результатов расчета для оболочки, имеющей вырезы прямоугольной формы, с экспериментальными данными.

Результаты работы могут быть использованы при проектировании сетчатых цилиндрических отсеков с вырезами для перспективных образцов ракетно-космической техники.

Список литературы

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Знание, 1975. – 541 с.

2. Усюкин В.И. Строительная механика конструкций космической техники: Учебное пособие для студентов втузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.

Деформирование тонкой цилиндрической оболочки с частично разрушенным внутренним упругим заполнителем

Сукманов И.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Антуфьев Б.А.
МАИ, Москва
igor8385@yandex.ru

Рассматривается задача о деформированном состоянии тонкой цилиндрической оболочки с частично разрушенным внутренним упругим заполнителем. В зоне отсутствия заполнителя действует внутреннее давление, а стенки подвержены температурному нагреву.

С течением времени зона заполнения оболочки заполнителем меняется, что ведет к изменению собственных частот колебаний конструкции.

Целью работы является определение сложного динамического деформированного состояния и колебаний оболочки под действием силовых и температурных нагрузок.

Упругий заполнитель считается безынерционным, контакт между стенкой оболочки и заполнителем безотрывный, поэтому давление на оболочку в этой зоне определяем по гипотезе Винклера, считая его зависящим от прогиба и коэффициента жесткости основания.

При этом считаем, что температура по толщине стенки распределяется равномерно и теплообмен между нагретой и “холодной частями оболочки отсутствует. Деформирование оболочки считается осесимметричным, и ее деформированное состояние описывается общей теорией оболочек. Проблема сводится к решению диффренциального уравнения в частных производных относительно прогиба, содержащего разрывные коэффициенты при производных.

Уравнение решается методом Бубнова, и задача сводится к системе линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов разложения прогибов оболочки. Собственные частоты колебаний определяются из условия равенства нулю определителя полученной системы уравнений. Рассматриваются примеры, и проводятся дальнейшие исследования.

Анализ перспективной ракеты-носителя с двигательной установкой, работающей на топливе «жидкий кислород-метан»

Ярославцева М.М.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва
chebmaria96@gmail.com

Наблюдаемое в последние десятилетия уменьшение габаритных размеров электронных компонентов позволило значительно уменьшить размеры и вес спутников, в результате чего образовался класс малых спутников. Малые спутники просты и дешевы в изготовлении. Однако запускаются такие спутники, как правило, ракетами-носителями среднего и тяжелого класса, в которых основным выступает один или несколько больших спутников, а малые выводятся как попутная нагрузка. Из-за этого заказчики малых спутников вынуждены подстраиваться под график основных и более габаритных космических аппаратов.

Данную проблему можно решить ракетами-носителями сверхлёгкого класса, грузоподъёмностью до 500 кг, однако ракеты данного класса должны быть значительно дешевле в изготовлении и эксплуатации, чем ракеты других классов.

Учитывая строгие ограничения в ресурсах при создании ракеты сверхлёгкого класса актуально проведение работ по применению при производстве и эксплуатации новых материалов и технологий, обеспечивающих массовое совершенство конструкции РН, совместно с низкой себестоимостью.

Одним из путей развития является создание новых двигателей, работающих на сжиженном природном газе (СПГ) с содержанием метана 90-98%. Это горючее в паре с жидким кислородом позволит создавать высокоэффективные и недорогие двигатели с максимальным использованием существующих технологий. Кроме того, работы, проведённые по созданию лётного образца метанового ЖРД, могут стать хорошим заделом для создания подобных ЖРД для многоразовых ракет более тяжёлых классов.

Целью данной научно-исследовательской работы является определение и анализ облика концептуальной РН сверхлёгкого класса (РН СЛК), а также проведение сравнительного анализа СПГ как горючего.

В рамках исследовательской работы был проведён анализ компонентов топлива «СПГ + жидкий кислород». Была подробно рассмотрена реакция горения метана с кислородом. Был проведён сравнительный анализ перспективного горючего с керосином. Были выявлены основные преимущества СПГ как горючего в ЖРД. В работе приведены основные характеристики проектной РН с ДУ, работающей на перспективном топливе.

В зависимости от класса РН и предъявляемых к ней требований был определён проектный облик пусковой установки.

Для снижения себестоимости эксплуатации наземного технологического оборудования предлагается доставлять РН к месту старта в транспортно-пусковом контейнере (ТПК).

ТПК для РН СЛК предназначен для обеспечения заданного температурно-влажностного режима содержания ракеты, поддержания внутри контейнера необходимых параметров газовой среды и контроля этих параметров на всех этапах эксплуатации ракеты. Контейнер исключает вредное влияние на ракету атмосферных условий, пыли, солнечной радиации; предохраняет ее от механических повреждений в процессе транспортировки; обеспечивает высокую готовность к пуску и направленное движение ракеты в начальный период пуска при газодинамическом или минометном старте.

Результаты проведённого анализа могут быть использованы при детальной разработке облика пусковой установки.

Анализ температурного состояния надувного аэродинамического тормозного устройства в процессе орбитального полёта

Абрамова Е.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Резник С.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
lizaabramova517@mail.ru

Околоземное пространство становится все более загрязненным космическим мусором. Для очистки околоземных орбит могут применяться разные способы утилизации отработавших космических аппаратов (КА), в том числе увод в плотные слои атмосферы с последующим полным разрушением их конструкции. Возможно использование аппарата-буксировщика или дополнительного двигательного модуля, но это дорогостоящие варианты, не подходящие для утилизации небольших объектов, в т.ч. малых космических аппаратов. Проекты надувных тормозных устройств для КА рассматриваются в ряде работ [1,2]. Идея устройств состоит в увеличении общей площади поперечного сечения КА, вызывающей увеличение силы аэродинамического сопротивления. В результате КА замедляется и переходит на более низкую орбиту, затем спускается в плотные слои атмосферы и сгорает. На данный момент идея не реализована, это может быть связано с тем, что создание подобного устройства представляет собой достаточно сложную междисциплинарную задачу, охватывающую вопросы аэродинамики разреженных сред, радиационно-кондуктивного теплообмена, механики мягких оболочек, материаловедения, технологии производства композитных конструкций.

Основным преимуществом надувных конструкций является возможность компактной упаковки при выводе на орбиту и раскрытии в нужный момент времени. Эффективность надувного аэродинамического тормозного устройства (НАТУ) зависит от оболочки, аэродинамическое сопротивление которой вызывает торможение. Раскрытие оболочки происходит в условиях космоса, при этом она должна сохранять целостность в течение времени, необходимого для достаточного снижения спутника.

Рациональные параметры оболочки определяют исходя из тепловых и силовых нагрузок, с учётом массы и высоты орбиты спутника. К варьируемым параметрам оболочки относятся толщина, диаметр, форма и характеристики материала оболочки, внутреннее давление.

Процесс определения параметров является итерационным, начинается с задания приближенных исходных данных, которые определяются из анализа работ, посвященных надувным конструкциям и тормозным устройствам в космосе. Дальнейшее уточнение параметров происходит в процессе моделирования действия факторов космического пространства на оболочку.

Для объектов, движущихся по орбитам с высотой менее 500 км, необходимо учитывать воздействие атмосферы [3]. Если рассматривать тепловую нагрузку, оболочка НАТУ на низкой околоземной орбите будет нагреваться за счет аэродинамического торможения (кинетический нагрев) и потоков теплового излучения, приходящих от Солнца и Земли.

На высотах, где длина свободного пробега молекул больше чем в 10 раз превышает характерный размер рассматриваемого объекта, для исследования обтекания применяется свободномолекулярная теория, в которой газ рассматривается состоящим из отдельных молекул, взаимодействием между которыми можно пренебречь. Расчёт взаимодействия молекул разряженного газа с обтекаемой поверхностью проводится методами статистической физики.

Эффективным по времени расчёта и точности результата является метод Монте-Карло. Он реализуется в программе Direct Simulation of Monte Carlo (DSMC), которая представляет собой моделирование обтекания объекта газом с учетом чисел Кнудсена и Маха. Такое моделирование даёт точные результаты для коэффициентов теплоотдачи, лобового сопротивления и оценочные — для распределения температуры, давления.

Одним из программных комплексов, предоставляющих возможность точного расчёта с применением свободномолекулярной теории, является COMSOL Multiphysics, а именно его модуль Free Molecular Flow. В модуле используется метод угловых коэффициентов, что позволяет вычислить на поверхностях такие параметры, как молекулярное течение, давление, численная плотность и тепловой поток. Расчёт аэродинамического нагрева производится с использованием полученных при моделировании в DSMC результатов и расчётов характеристик по аналитическим формулам [4].

В результате моделирования определен диапазон рабочих температур оболочки, который позволяет выбрать оптимальный материал для изготовления оболочки НАТУ.

Список литературы
1. Nock K., Gates K., Aaron K. Gossamer Orbit Lowering Device (GOLD) for Safe and Efficient De-Orbit // AIAA/AAS Astrodynamics Specialist Conference, Toronto, Ontario, Canada, 2010, 2-5 August.
2. Nock K.T., McRoland A.D., Aaron K.M. Ballon Device for Lowering Space Orbit. Patent US, № US 6,830,222 B1.
3. Ефанов В.В., Хартов В.В. Проектирование автоматических космических аппаратов для фундаментальных научных исследований. – М.: Изд-во МАИ-Принт, 2014. – 544 с.
4. Юдаев Б.Н. Теплопередача: Учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 1973. – 360 с.

Численное моделирование и разработка пневматической системы стенда тепловых испытаний на базе галогенных ламп

Балджиев Р.С., Алексеев А.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Просунцов П.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
r.baldji@yandex.ru

Создание перспективной аэрокосмической техники требует наличия полных и достоверных данных о характеристиках всех применяемых в конструкции материалов. На решение этой задачи приходится значительная часть всех затрат временных и материальных ресурсов [1]. Одним из наиболее важных вопросов при этом является испытание системы тепловой защиты, требующее не только достижения необходимого уровня температуры образцов материалов, но и темпов нагрева и охлаждения, а также распределения температуры по их поверхности. Кроме того, рост скорости полета приводит к увеличению рабочих температур материалов, применяемых в системах тепловой защиты, что требует создания все более совершенных экспериментальных установок.

Значительная часть отечественной стендовой базы была создана еще при разработке орбитального корабля «Буран». При этом большая часть испытаний тепловой защиты была выполнена на установках с нагревательными блоками на базе галогенных ламп накаливания. Это связано с рядом преимуществ данного класса источников нагрева, таких как высокий КПД, серийный выпуск и относительно низкая стоимость.

Однако используемые в настоящее время испытательные установки с галогенными лампами не могут применяться для отработки новых высокотемпературных материалов ввиду ограничения максимальных рабочих температур объекта испытаний уровнем 1500 К [2]. Данное ограничение связано с особенностью функционирования галогенных ламп накаливания, для которого требуется протекание «вольфрам-галогенного» цикла, препятствующего осаждению атомов вольфрама на стенке частично прозрачной колбы лампы, которое могло бы привести к потери прозрачности, локальному перегреву и выходу лампы из строя.

В связи с этим актуальным является вопрос совершенствования базы испытательного оборудования. С экономической точки зрения перспективным представляется глубокая модернизация существующего экспериментального оборудования. В работе [3] показана возможность расширения диапазона рабочих температур установок на базе галогенных ламп за счет активного охлаждения колб ламп потоком сжатого газа.

Однако для обеспечения работы такой установки необходимо решить ряд вопросов, связанных с функционированием ее пневматической системы – в частности, обеспечить равномерную по сечению стенда подачу газа для охлаждения элементов его конструкции и утилизацию горячего газа на выходе из рабочей зоны стенда. Для выбора рациональных параметров работы пневматической системы необходимо провести моделирование теплообмена и течения потока газа в тракте охлаждения. Данная задача решалась с применением конечно-элементного программного комплекса ANSYS Fluent.

Разработана конструкция пневматической системы перспективного стенда тепловых испытаний на базе галогенных ламп с рабочими температурами до 2000 К. Пневматическая система включает в себя три подсистемы:

• Тракт подачи, который обеспечивает постоянное и равномерное поступление сжатого газа (воздуха) комнатной температуры в рабочую зону установки;

• Рабочую зону, в которой газ нагревается от контакта с горячими поверхностями колб ламп, разделительных стекол, радиационного экрана и тепловой изоляции, при этом охлаждая их;

• Систему утилизации горячего газа, в которой газ охлаждается до безопасного уровня температур за счет смешения с потоками газа комнатной температуры и затем удаляется за пределы установки.

В результате численных исследований показано, что среднемассовая скорость газа на входе в рабочую зону установки должна составлять не менее 15 м/с, при этом максимальная скорость газа на выходе из системы утилизации не превысит 5,6 м/с, а температура газа на выходе будет не более 365 К, что позволит обеспечить безопасное удаление отработанного воздуха. Расход сжатого газа на обдув рабочей зоны стенда составляет около 0,05 кг/с.

Отдельные результаты данного исследование получены при финансовой поддержке ФГБУ «Российский фонд фундаментальных исследований» (РФФИ) в рамках научного проекта № 18-38-00687.

Список литературы

1. Laminate Statistical Allowable Generation for Fiber-Reinforced Composite Materials: Lamina Variability Method / John Tomblin, Waruna Seneviratne // Report of Department of Aerospace Engineering Wichita State University for U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2009. – 176 p. DOT/FAA/AR-06/53.

2. Елисеев В.Н. Теплообмен и тепловые испытания материалов и конструкций аэрокосмической техники при радиационном нагреве – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 396 с.

3. Baldzhiev R. Modeling Combined Heat Transfer in the Operating Area of the High Power Heating Test Facility / R. Baldzhiev, P. Prosuntsov // MATEC Web of Conferences. – EDP Sciences, 2017. – V. 110. – P. 01009. DOI: 10.1051/matecconf/ 201711001009.

Проблемы хранения и эксплуатации криогенного топлива

Самошкина Д.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
ssentiuktin@gmail.com

Криогенное топливо – это топливо, требующее хранения при экстремально низких температурах для поддержания жидкого состояния. Это топливо используется в машинах, которые работают в космосе, и чаще всего представляет собой сжиженные газы, такие как жидкий водород.

Криогенное топливо имеет ряд преимуществ. Во-первых, криогенное топливо является экологически более чистым, чем бензин или ископаемое топливо. Во-вторых, данный вид топлива может значительно снизить транспортные расходы на внутреннюю продукцию из-за их обилия по сравнению с ископаемым топливом. В-третьих, криогенное топливо имеет более высокий массовый расход, чем ископаемое топливо, и, следовательно, вырабатывает больше тяги и мощности при сжигании для использования в двигателе. Это означает, что двигатели будут работать дальше на меньшем количестве топлива, чем современные газовые двигатели. И, в-четвертых, криогенное топливо не загрязняет окружающую среду и, следовательно, в случае разлива не представляет опасности для окружающей среды.

Помимо этого, криогенное топливо обладает потенциальными недостатками. Во-первых, некоторые его виды, такие как сжиженный природный газ, являются естественно горючими. Зажигание разливов топлива может привести к сильному взрыву. Во-вторых, криогенные резервуары должны выдерживать высокое давление. Топливные баки высокого давления требуют более толстых стенок и более прочных сплавов, которые делают баки транспортного средства более тяжелыми, тем самым снижая производительность и практичность.

Для хранения криогенных жидкостей используются криогенные резервуары, которые должны эксплуатироваться и обслуживаться таким образом, чтобы это соответствовало всем соответствующим законам.

Проблема не в том, чтобы иметь достаточную изоляцию или подходящее давление, поскольку затраты там, по-видимому, быстро снижаются и вполне приемлемы. В долгосрочной перспективе мы будем иметь дело со встроенными микротемпературными утечками-распорками, входными и выходными потоками, которые могут привести к накопленным изменениям температуры с течением времени.

Важным аспектом создания космических модулей, содержащих криогенные топливные компоненты, является поддержание их температурных условий в течение всего полета. Независимо от того, насколько высоки изоляционные характеристики тепловых экранов и тепловых мостов, криогенное топливо нагревается, что сокращает время пребывания модулей в космосе.

Таким образом, перед инженерами стоит задача разработки новых видов и способов хранения топлива, которые будут удовлетворять требованиям быстро развивающейся космической техники.

Система ориентации космического аппарата, основанная на анализе внешних тепловых потоков

Чебаков Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ненарокомов А.В.
МАИ, Москва
ChebakovEvgeny@yandex.ru

Измерение и контроль текущей ориентации космического аппарата (КА) являются одними из главных условий для успешного решения большинства задач, поставленных перед аппаратом. Также немаловажным фактором выполнения миссии является надёжность бортовых систем аппарата. Для надёжного контроля углового пространственного положения КА применяют комбинированную систему с использованием оптических, магнитных или инерциальных датчиков. В данной работе рассматривается возможность разработки основной, резервной или дополнительной системы ориентации малых космических аппаратов стандарта CubeSat на основе анализа внешних тепловых потоков, которая позволит проводить проверку и коррекцию углового положения аппарата.

Для того чтобы определить ориентацию КА по результатам анализа внешнего теплового воздействия, необходимо решить две обратные задачи теплообмена. Первая – это оценка тепловых потоков, падающих на элементы поверхности аппарата, по внутренним температурным измерениям с помощью датчиков радиационных тепловых потоков, а вторая – определение углового положения КА по полученным значениям тепловых потоков.

В данном исследовании проводится решение второй обратной задачи по восстановлению значений трех углов, которые определяют ориентацию КА на орбите.

Представлена математическая модель, которая используется для решения статической задачи по определению углового пространственного положения КА. Данная модель будет использоваться как основа для последующего решения динамической задачи наблюдения с использованием фильтра Калмана. Также в работе представлены результаты моделирования по определению ориентации КА и проведения эксперимента в тепловакуумной камере. Результаты моделирования показывают достаточную численную эффективность предложенного алгоритма, а эксперимента – возможность применения предложенного подхода на малых космических аппаратах.

Список литературы

1. Константинов М.С., Каменков Е.Ф. и др. Механика космического полета / Под ред. В.П. Мишина. — М.: Машиностроение. 1989. — 408 с.

2. Козлов Л.В., Нусинов М.Д. и др. Моделирование тепловых режимов космических аппаратов / Под ред. Г.И. Петрова. — М.: Машиностроение. 1971. — 382 с.

3. Малоземов В.В., Рожнов В.Ф., Праветский В.Н. Системы жизнеобеспечения экипажей летательных аппаратов. — М.: Машиностроение, 1986. — 584 с.

Тепловой анализ спускаемого аппарата при траектории движения в атмосфере планет

Юн Сон Ук
Научный руководитель — к.т.н. Нетелев А.В.
МАИ, Москва; Сеул, Республика Корея
wook4573@naver.com

Целью работы является расчет теплового анализа спускаемого аппарата при траектории движения в атмосфере планет.

Одним из важных факторов при спуске в атмосфере планет является проблема защиты космических аппаратов от интенсивного аэродинамического нагрева. При проектировании спускаемых аппаратов ставится задача выбора и разработки надежной тепловой защиты с учетом траектории движения аппарата.

Данная работа посвящена анализу параметров траектории движения спускаемых аппаратов в атмосфере планет. В работе приведены расчеты основных траекторных параметров аппарата при движении по баллистической траектории при различных углах входа в атмосферу. Во время баллистического спуска аэродинамическое качество космического аппарата равно нулю, и почти не требуется управлять полетом (кроме участка реактивного торможения для схода с орбиты). Примерами аппаратов, совершающих спуск с орбиты искусственных спутников Земли по баллистической траектории, могут служить спускаемые аппараты космических аппаратов типа «Восток», «Меркурий», с межпланетной орбиты – типа «Марс», «Венера».

По результатам расчета основных траекторных параметров производилась оценка значения перегрузки и теплового потока в передней критической точке. При расчете основных траекторных параметров решалась система уравнений движения летательного аппарата в атмосфере методом Рунге–Кутта 4-го порядка [1, 2, 3]. Для расчета теплового потока использовались полуэмпирические соотношения Фея–Риддела [4]. Оценка температуры поверхности тепловой защиты производилась из решения внутренней задачи теплопереноса на полубесконечном теле. Внутренняя задача теплообмена решалась методом конечных разностей [5].

Список литературы

1. Константинов М.С., Каменков Е.Ф., Перелыгин Б.П., Безвербый В.К. Механика космического полета: Учеб. пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 406 с.

2. Панкратов Б.М. Спускаемые аппараты. – М.: Машиностроение, 1984. – 232 с.

3. Малышев В.В., Усачов В.Е., Тычинский Ю.Д. Математическое моделирование управляемого движения космических аппаратов: Учеб. пособие для курсовой работы. – М.: Изд-во МАИ, 2001. – 60 с.

4. Никитин П.В. Тепловая защита: Учеб. пособие для вузов.– М.: Изд-во МАИ, 2006.– 512с.

5. Самарский А.А. Теория разностных схем: Учеб. пособие. – М.: Наука, 1977. – 656 с.

Использование пенетратора для исследования внутренней структуры Марса

Антипова А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
alinaant711@gmail.com

Сегодня Марс является значимой для исследователей планетой. Изучение его внутренней структуры позволяет нам анализировать процессы, протекающие в толще марсианского грунта, сейсмоактивность и магнитное поле, определять состав и физико-механические характеристики грунта, содержание в нём воды.

Актуальность темы состоит в том, что все чаще в качестве перспективного направления для изучения планет рассматривается использование пенетраторов. Несмотря на довольно большой объём проведённых работ по исследованию физико-химических свойств марсианского грунта, количество информации о них всё ещё остается недостаточным, и требуется проведение дальнейших исследований.

Для данных исследований предполагается использовать пенетратор, который представляет собой ударный зонд, способный проникать в грунт на значительные расстояния с высокой скоростью. Он состоит из двух частей: наземной, позволяющей проводить исследования на поверхности планеты, выполнять топографическую съёмку, и внедряемой, уходящей на несколько метров в толщу реголита.

Целью данной работы является определение параметров и характеристик пенетратора при заданных условиях эксплуатации, а также выбор необходимой для изучения научной аппаратуры. Задача формулируется таким образом: при заданных значениях глубины проникновения и массе полезной нагрузки определить проектные параметры пенетратора, обеспечивающие его минимальную начальную массу при проникании в грунт, имеющий заданные физико-механические характеристики, с определенной скоростью.

Проекты по защите Земли от орбитального 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. Космическая деятельность быстро развивается, и мусора становится все больше и больше.

Казалось бы, космос — огромное пространство и мусора в нем — капля в море. Но это важный вопрос безопасности как для функционирующих спутников на орбите, так и для человека, что на Земле, что в космосе. Современные космические аппараты способны выдержать попадание микрометеоритов диаметром лишь до 1 см. Космонавты, работающие на МКС, тоже подвергаются опасности, поэтому высота орбиты МКС постоянно корректируется. Людям на Земле тоже есть о чем беспокоиться: иногда космический мусор падает на Землю и вполне может убить.

В настоящее время наиболее засоренными орбитами являются низкая околоземная орбита (НОО), геостационарная орбита (ГСО) и солнечно-синхронные орбиты (ССО), так как именно они чаще всего используются для работы космических аппаратов. Так, в районе НОО находится около 300 тысяч техногенных объектов, из которых объектов поперечником более 1 см около 100 тысяч. И лишь небольшая их часть отслеживается с помощью наземных радиолокационных средств. Так как эти объекты движутся с огромным запасом кинетической энергии, их столкновение с любым космическим аппаратом может вывести его из строя. Поэтому орбиту Земли, засорение которой длится уже более 60 лет, надо срочно очищать от космического мусора.

Цель данной работы: рассмотрение существующих проектов по защите Земли от орбитального мусора; определение плюсов и минусов каждого проекта; на базе имеющихся проектов разработка своего аппарата по очистке околоземного пространства от космического мусора.

Анализ возможности применения аэростатической пусковой установки для запуска конверсионных ракет-носителей

Варады Г.К.
Научный руководитель — Мельничук В.Н.
МАИ, Москва
germanvarady@yandex.ru

Выбранная тема имеет широкие перспективы на сегодняшний день. Связано это с переизбытком списанных баллистических ракет на арсеналах. Речь идет о ракетах «Волна» и «Штиль». Данные ракеты базируются на подводных лодках. Благодаря заделу, внесенному при их проектировании, после небольшой доработки становится возможной их утилизация непосредственно с помощью запуска. Это говорит о том, что данные ракеты можно использовать по конверсионному принципу. Если заменить боевую часть на иную полезную нагрузку – станет возможным вывод грузов на низкие опорное орбиты. Кроме того, заполнится ниша малых ракет-носителей, которая в нашей стране является дефицитной. Это несет в себе большую экономическую выгоду, так как запуск малых космических аппаратов очень востребован на сегодняшний день.

Основная идея данной работы состоит в том, чтобы создать универсальную транспортную и пусковую платформу для указанных выше ракет-носителей на базе дирижабля. Использование дирижабля сделает возможным запуск практически в любой точке земного шара. Это даст очень большой выигрыш в массе выводимого груза, стоимости его доставки в стартовый район.

С этой целью в работе смоделирована концепция аэростатической пусковой установки, а также проведен ряд аэростатических, аэродинамических и динамических расчетов, призванных подтвердить целесообразность дальнейшего проектирования.

На основании проведенных исследований:

• Сформирован внешний облик внешних обводов летательного аппарата;

• Разработано универсальное пусковое оборудование для проектируемого объекта;

• Доказана рациональность использования аэростатической пусковой установки.

Разработке такого универсального дирижабля, обоснованности его применения и расчету динамических показателей и будет посвящено данное научное исследование.

В дальнейшем данная разработка может применяться не только по целевому назначению. При переоборудовании грузового отсека дирижабль можно сделать аэростатическим радиомаяком или ретранслятором радиосвязи. При установке дополнительного кранового оборудования станет возможным применение в качестве транспортной системы, которая будет доставлять крупногабаритные грузы в самые труднодоступные места по всему земному шару. Данная разработка будет крайне полезна для экономики нашей страны.

Космический лифт

Воронцова В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
vorontsova-n@list.ru

Космический лифт — концепция инженерного сооружения для безракетного запуска грузов в космос. Данная гипотетическая конструкция основана на применении троса, протянутого от поверхности планеты к орбитальной станции, находящейся на ГСО. Трос удерживается одним концом на поверхности планеты, а другим — в неподвижной точке выше ГСО за счет центробежной силы (на пути между Луной и Землей есть точка, в которой силы уравновешивают друг друга). Цель данной конструкции — уменьшить затраты на перевозку грузов, расширить возможности для перемещения внутри Солнечной системы и произвести революцию в сфере космического туризма. Существуют определенные проблемы, связанные с эксплуатацией и строительством, такие как: отсутствие нужных материалов(все существующие материалы требуют слишком большой площади сечения), сила Кориолиса, атмосферные явления, радиационные пояса, подвод энергии к подъемнику и противовес. Некоторые из этих проблем возможно устранить следующим способом: в качестве материала троса использовать алмазы, но это слишком дорого, поэтому сейчас ученые работают над нанотрубками, которые могут выдержать давление. Чтобы уменьшить восприимчивость к опасным вибрациям, на трос можно прикрепить микродвигатели, но это может создать дополнительные трудности, например затруднит движение кабины и трос может вступить в резонанс. Для противовеса можно создать базу, по типу МКС. Существует два варианта размещения основания, каждый вариант

имеет свои плюсы и минусы. Первый вариант — разместить его на воде. Плюсы — возможность уклонения от ураганов и бурь, снижение террористической угрозы, минусы — сложно поставлять материал. Второй вариант — стационарная база (на земле). Плюсы — более дешевые и доступные источники энергии и возможность уменьшить длину троса, Минусы — перепад температур, невозможность уклонения, угроза террористической атаки, землетрясения. Космический лифт должен выдерживать, по крайней мере, свой вес, весьма немалый из-за длины троса. Утолщение, с одной стороны, повышает прочность троса, с другой — прибавляет его вес, а следовательно, и требуемую прочность. Нагрузка на него будет различаться в разных местах: в одних случаях участок троса должен выдерживать вес сегментов, находящихся ниже, в других — выдерживать центробежную силу, удерживающую верхние части троса на орбите. Для удовлетворения этому условию и для достижения оптимальности троса в каждой его точке толщина его будет непостоянной. Для постройки космического лифта общая протяженность троса должна составлять 96 тыс. км, ширина 1 см, 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. Кабина может двояко перемещаться по тросу: в первом случае трос будет внутри кабины и будет перемещаться с помощью множества круглых зацепов, которые будут удерживать кабину. Во втором же случае трос также будет внутри кабины, но кабина будет вращаться вокруг троса с помощью небольших двигателей, находящихся внизу и по бокам. Т.к. в этом варианте требуются лишние расходы, от него следует отказаться. Несмотря на всю сложность, проект космического лифта принесёт много пользы для развития науки и технологий. В первую очередь — лифт экологически безопаснее ракет, во вторую — упростится транспортировка технического оборудования, уменьшатся затраты и увеличится пространство для исследований.

Список литературы

1.https://ru.wikipedia.org/wiki/Космический_лифт

2. http://itc.ua/blogs/yaponskaya-kompaniya-obayashi-pla..

3. Циолковский К. Э. Исследование мировых пространств 1911-1912 гг. // Собр. соч. - М.: Изд. АН СССР, 1954.

4. Кларк Артур. Фонтаны Рая. - М.: ИЛ, 1967.

5. Вяткин А. В., Хлопков Ю.И. Космический лифт // Труды 55-й Всероссийской молодежной научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук». – Долгопрудный-Жуковский, 2012. с. 30-36. http://perspectiva3000.ru/2016/ 05/24/kosmicheskij_lift/

Сравнительная оценка эффективности применения двигательных установок в составе малоразмерного космического аппарата

Ильин В.В., Васильев Л.А., Моченов А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ламзин В.А.

МАИ, Москва

ilin.vladislav.v@mail.ru

При изменении условий эксплуатации, целевой нагрузки и продления сроков эксплуатации возникает проблема модернизации космической системы на базе малоразмерных космических аппаратов (МКА). В условиях, когда создан базовый МКА, с учетом интенсивного развития технологии, совершенствования элементной базы, повышения точности и чувствительности целевой аппаратуры правомерна задача создания модификаций двигательной установки (ДУ) при изменении условий применения, появлении новых целевых задач, повышении требований к орбите функционирования аппарата, наличии ограничений. При создании модификаций ДУ имеет место преемственность в целом с базовым образцом. При заданной структуре базовой ДУ в случае создания её модификации в проект вносятся изменения, проводится также замена части подсистем. Опыт разработки показывает, что в основном это связано с заменой типов двигателей, с изменением состава и расположения двигателей, изменением запасов рабочего тела и др.

Для сравнительной оценки эффективности применения различных типов ДУ в составе МКА проводится формирование проектного облика ДУ. Формирование проектного облика включает решение следующих основных задач: выбор компонентов топлива, типа двигателя, системы подачи топлива; расчет по потребным запасам топлива объемов топливных баков и газа наддува; разработка принципиальных пневмогидравлических схем (ПГС) ДУ с учетом апробированных схемных решений по агрегатам и элементам; проведение предварительных проработок конструкции ДУ с оценкой массовых характеристик. Рассматривались следующие основные варианты ДУ: двухкомпонентная ЖРД (окислитель – азотный тетраксид (АТ), горючее – несимметричный диметилгидразин (НДМГ)); однокомпонентная ЖРД (в качестве монотоплива используется гидразин) в двух версиях: с

газобаллонной системой вытеснения топлива и с совмещенной системой вытеснения и хранения топлива; на холодном газе (в качестве рабочего тела используется азот или гелий); электрореактивная. При построении принципиальной схемы ДУ учитывалась необходимость надежного функционирования установки на всех этапах её работы. Повышение надежности функционирования связано с количеством дублирующих элементов в составе пневмогидросистемы (ПГС), что приводит к увеличению массы ДУ. Взаимодействие ДУ с бортовой системой управления осуществляется через блоки коммутации, вторичные источники питания и другие элементы, которые конструктивно не входят в состав анализируемой ДУ.

Опыт разработки МКА показывает, что при выборе рациональных проектных параметров ДУ наиболее эффективным является подход, основанный на многоуровневой (иерархической) схеме управления разработкой объекта – на построении многоуровневой схемы проектных исследований в соответствии с типовой структурой объекта. Основной смысл разделения (декомпозиции) процесса проектирования состоит в том, что общая задача оптимизации (оценки) параметров ДУ и его подсистем разделяется на частные задачи с меньшим числом оптимизируемых параметров. При декомпозиции общей задачи определяются и сохраняются функциональные связи (внешние и внутренние) между параметрами и показателями эффективности на каждом иерархическом уровне. Поиск решения общей задачи проводится итерационно, причем алгоритм её решения включает последовательное решение частных задач. Разработаны проектные модели для решения задач верхнего и нижнего уровней управления разработкой. Необходимость разработки таких моделей связана с решением задачи выбора проектных параметров модификации ДУ с учетом ограничений. Разработанные регрессионные модели оценки характеристик позволяют прогнозировать характеристики подсистем и ДУ в целом при проведении эффективной модернизации МКА в планируемый период. При разработке регрессионных моделей использовались статистические данные по прототипам.

На модельном примере с использованием разработанной методики, включающей модели и алгоритмы, проведена оценка работоспособности методики и сравнительная оценка эффективности применения ДУ в составе МКА при решении различных задач. Применение методики при соответствующей настройке проектных моделей позволяет: исследовать влияние особенностей проектно-конструкторских решений подсистем ДУ на эффективность МКА, в том числе на надежность, количество установок на аппарате; определить влияние динамики внешних связей на характеристики перспективных ДУ; провести технико-экономическую оценку вариантов модификации ДУ.

Список литературы

1. Матвеев Ю.А., Ламзин В.А., Ламзин В.В. Основы проектирования модификаций космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. – М.: Изд-во МАИ, 2015. – 176 с.

2. Агеенко Ю.И. Двигатель стабилизации, ориентации и обеспечения запуска маршевого двигателя МКБ "Фрегат"// Вестник ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина. 2014. № 1. С. 44 – 46.

3. Александров Л.Г., Морозов В.И., Степанов С.С., Крылов А.А., Кузьмин О.А., Федоров А.В., Мальцев М.В. Двигательная установка посадочной платформы десантного модуля" // Вестник ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина. 2014. № 2. С. 116 – 119.

Исследование методов заправки перспективного разгонного блока криогенными компонентами топлива

Капранов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
kapranov_vasiliy28@mail.ru

С помощью разгонного блока возможно увеличить массу полезных нагрузок до нескольких тонн и более с выведением космического аппарата на орбиту. В составе перспективного разгонного блока сочетается использование различных решений с внедрением новейших разработок. Разгонный блок состоит из центрального и сбрасываемого тороидального дополнительного блока топливных баков. Маршевый двигатель установлен в нише, расположенной внутри топливного бака центрального блока, и обладает возможностью многократного включения. Ракетные двигатели малой тяги, которые работают на тех же компонентах, что и маршевая двигательная установка, обеспечивают ориентацию и стабилизацию разгонного блока на пассивных участках автономного полета, а также осаждения компонентов ракетного топлива в баках при повторных запусках маршевого двигателя.

Чтобы оценить возможные варианты заправки перспективного разгонного блока, необходимо исследовать уже имеющиеся методы. Для этого исследованы способы заправки жидким кислородом

бака перспективного разгонного блока методом вытеснения и насосной подачи, проведен анализ криогенной заправочной системы перспективного разгонного блока и исследован принцип ее работы.

Значительным недостатком криогенных разгонных блоков является то, что из-за их конструкции происходит нагружение межбаковой проставки от бака окислителя, двигательной установки при выведении и массы полезного груза. Также важное значение имеет пониженный уровень пожаровзрывобезопасности и обеспечения теплового режима, которые возникают из-за отсутствия системы пожаровзрывопредупреждения.

На основании особенностей методов заправки криогенными компонентами топлива разгонного блока проведен анализ криогенной заправочной системы, рассмотрены ее недостатки и недостатки разгонных блоков на криогенных компонентах топлив, а также их функционирование.

В работе был проведен анализ разгонного блока на криогенных компонентах топлива, рассмотрены его недостатки, исследованы способы заправки жидким кислородом бака перспективного разгонного блока методом вытеснения и насосной подачи, проведен анализ криогенной заправочной системы перспективного разгонного блока и исследован принцип ее работы.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что результаты проведенного исследования могут являться опорой при выборе метода заправки перспективного разгонного блока; актуальность данного исследования обусловлена необходимостью поиска оптимальных вариантов заправки разгонного блока.

Влияние типа источника информации на эффективность работы алгоритма поиска углеводородов

Ковалев Ф.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Малышев В.В.
МАИ, Москва
f9060341129@gmail.com

На сегодняшний день существует актуальный комплекс задач, связанный с геологоразведкой углеводородов (УВ). Для решения этих задач используются системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), элементами которых являются различные летательные аппараты (ЛА). Многие геологоразведочные компании используют спутниковые материалы съемки из-за ее доступности и простоты обработки, однако эти материалы не всегда в полной мере соответствуют задачам геологоразведочных работ (ГРР).

Поставленая задача: сравнить эффективность обработки самолетных и спутниковых снимков.

Методика ДЗЗ заключается в съемке земной поверхности, обработке специальным алгоритмом.

Методика ГРР с использованием ДЗЗ заключается в следующем алгоритме действий: выявление аномалий (областей с предположительным нахождением УВ), планирование сейсмики, по результатам сейсмической разведки определение места и глубины бурения скважины.

Данные, получаемые с самолета и спутника, подвергаются тематической обработке. Тематическая обработка призвана облегчить поиск и выделение месторождений, а также минимизировать затраты на дорогостоящие полевые работы, повысить точность и сократить время обработки. Обработанные изображения сравниваются с эталонным объектом, то есть с областью, где находится известное месторождение. Эталонный объект заблаговременно выделяется на изображении и в дальнейшем наносится на географическую карту.

Для рассмотрения были взяты снимки с Выинтойского и Западно-Котухтинского лицензионных участков, полученных с таких устройств, как Landsat5 и авиационный многозональный сканер Eagle. В работе рассматривается иллюстративный пример, в котором сравниваются результаты обработки самолетного снимка со спутниковыми, снятыми в разные годы. Оба изображения подвергаются тематической обработке и сравниваются. Заметим, что при сравнении снимков и вычислении процентов заполнения эталонного объекта аномалиями, а также выделении перспективных аномалий на самолетном и спутниковом снимках самолетный снимок обеспечивает большую достоверность полученных результатов и занимает лидирующее положение.

Выполненная работа позволила сделать следующие выводы:

• Применение авиационной съемки сканером Eagle целесообразно ввиду большей достоверности полученных результатов;

• На самолетном снимке площадь покрытия аномалиями эталонного объекта выше, чем на спутниковых снимках;

• Результат обработки самолетного снимка максимально соответствует результатам поискового/разведочного бурения.

Исследование возможности использования посадочного аппарата, способного осуществлять маневренный спуск в атмосфере Венеры

Косенкова А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Миненко В.Е.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
madam.amazonka83@yandex.ru

В настоящее время после длительного перерыва вновь рассматриваются проекты для продолжения исследований планеты Венера. Районы посадок, где наблюдаются следы происходивших в прошлом тектонических процессов, вызывают особый интерес ученых и технических специалистов. В связи с этим актуальным становится создание посадочных аппаратов, в том числе рассмотрение возможности использования альтернативных конфигураций посадочных аппаратов, способных осуществлять маневренный спуск на поверхность планеты.

Для продолжения фундаментальных исследований Венеры на данный момент ведется работа над проектом «Венера-Д» российско-американской группой инженеров, учёных и технических специалистов. При этом исполнение посадочного модуля является аналогом посадочных аппаратов серии «Венера» и «Вега», которые имели сферическую форму и относились к классу баллистических аппаратов, характеризующихся нулевым аэродинамическим качеством на гиперзвуковых скоростях и не обеспечивающих возможности маневрирования на участке спуска в атмосфере. Использование аппаратов сферических форм (советские) и конических (американские) на начальных этапах исследования планеты было вызвано простотой и надежностью их конструкции, поскольку первостепенной задачей было достижение аппаратом поверхности с сохранением работоспособности аппаратуры. Для выбора определенного места посадки необходим посадочный аппарат, обладающий возможностью совершения маневров, то есть с определенным аэродинамическим качеством.

В работе рассматриваются альтернативные формы посадочных аппаратов, способных осуществлять маневренный спуск на поверхность Венеры; проведен их сравнительный анализ с традиционно используемыми посадочными аппаратами класса «баллистический спуск»; представлен общий вид компоновок исходя из габаритов целевой аппаратуры и максимального использования всего объема посадочного аппарата. При этом обеспечение наличия аэродинамического качества приводит к усложнению и увеличению массы конструкции аппарата. Использование же аппаратов класса «несущий корпус», которые при допустимом усложнении конструкции обладают аэродинамическим качеством, достаточным для решения текущих задач маневрирования в атмосфере планеты, может быть компромиссным решением этой проблемы.

Для данного аппарата представлен расчет аэродинамических характеристик численным методом по ньютоновской теории обтекания; рассмотрены некоторые варианты траекторий спуска в атмосфере Венеры; проведена оценка дальности бокового маневра и максимальных перегрузок для аппарата класса «несущий корпус», а также их сравнение с данными для сферического посадочного аппарата класса «баллистический спуск».

Таким образом, основными техническими характеристиками аппаратов предлагаемых конфигураций являются высокая маневренность, возможность посадки в заданные районы, наиболее привлекательные для исследования, а также улучшение тепловых режимов и снижение перегрузок при спуске в атмосфере планеты. Кроме того, применение подобных аппаратов позволит расширить круг задач и научных исследований, которые можно будет провести не только на поверхности, но и на этапе спуска в атмосфере до момента достижения поверхности планеты.

Список литературы

1. Косенкова А.В., Миненко В.Е., Быковский С.Б., Якушев А.Г. Исследование аэродинамических характеристик альтернативных форм посадочного аппарата для изучения Венеры // Инженерный журнал: наука и инновации. 2018. № 11. http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2018-11-1826

2. Воронцов В.А., Лохматова М.Г., Мартынов М.Б., Пичхадзе К.М., Симонов А.В., Хартов В.В., Засова Л.В., Зеленый Л.М., Кораблев О.И. Перспективный космический аппарат для исследования Венеры. Проект «Венера-Д» // Вестник ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина. 2010. № 4. С. 62-67.

3. Воронцов В.А., Карчаев Х.Ж., Мартынов М.Б., Примаков П.В. Программа исследования Венеры и международное сотрудничество // Труды МАИ. 2016. №86.

URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=65702

4. Аржанников Н.С., Садекова Г.С. Аэродинамика летательных аппаратов. – М.: Высшая школа, 1983. – 359 с.

5. Остославский И.В., Стражева И.В. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1969. – 500 с.

Предложения по оптимизации подхода к формированию заключения о готовности к пуску ракеты космического назначения

Лобанова А.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
anastasiyalobanova96@yandex.ru

Заключение о готовности ракеты космического назначения (РКН) к пуску – это комплексный документ, в котором РКН рассматривается как система взаимосвязанных элементов, таких как ракета-носитель, космический аппарат, двигательные установки, системы управления и другие их составные части, по каждой из которых в процессе оценки готовности к пуску РКН выполняются специфические процедуры и составляются частные заключения [2]. На их основе формируется итоговое заключение.

Такой подход, естественно, предполагает анализ большого количества объемных документов, используемых при формировании заключения – их число может превышать сотню. Каждое техническое решение, описание объекта, акт о проверке и приемке системы оформляется отдельно, после чего на него в заключениях более высокого уровня дается ссылка. При рассмотрении сводного заключения на РКН может возникнуть необходимость обратиться к указанному в ссылке документу, а это влечет за собой дополнительную трату времени на поиск и изучение требуемой информации.

Также весьма важной частью заключения о готовности, которой, по нашему мнению, уделяется недостаточное внимание, является анализ оформленных отступлений от конструкторской документации (КД). В существующих заключениях недостаточно полно отражается информация об отступлениях от КД. Так, например, нет данных о наличии подобных отступлений в ранее успешно запущенных РКН; о квалификации лиц, участвовавших в анализе и утверждении отступлений от КД; полноте и оценке достаточности выполненных проверок и/или испытаний. Это обусловлено тем, что даже самые незначительные, на первый взгляд, отступления от КД могут оказаться критичными для работоспособности РКН [1]. Потому они требуют тщательного рассмотрения и разрешения на их практическое воплощение только после реализации установленных проверок и утверждения уполномоченными должностными лицами организаций производителей и разработчиков соответствующих составных частей РКН, которые будут нести за это персональную ответственность.

На основе анализа существующих заключений о готовности РКН были сформулированы следующие предложения, которые могут повысить качество заключения о готовности РКН к пуску и снизить риск аварийного исхода пуска РКН.

Ужесточение требований к оформлению не только отступлений от КД при изготовлении изделий, но и к внесению установленным порядком изменений в КД, выполняемых в период их изготовления. Необходимо ввести следующие дополнительные нормативные требования по ним: обоснование, указание об использовании в ранее изготовленных объектах, а также представление результатов проверок отступлений, выполненных уполномоченными лицами, несущими ответственность за принятие таких решений.

В век цифровой экономики, предусматривающий эффективное внедрение новых технологий, автоматизацию процессов производства и управления им, включая введение электронного документооборота, сокращающего «бумажную» работу, перспективным направлением является создание в составе наземного оборудования транспортной космической системы специальной автоматизированной системы обработки и анализа информации. Перспективным направлением при этом будет создание такой системы, которая осуществляла бы сбор всей информации, возникающей на всех этапах жизненного цикла как по составным частям РКН, так и по наземному оборудованию ракетно-космического комплекса, а также и по персоналу, который их изготавливает и обслуживает.

Для удобного и оперативного использования всего массива документов с информацией о состоянии ракеты космического назначения и её готовности к пуску актуальным является создание онтологий, позволяющих не только удобно рассматривать отдельные ветви, содержащие частные заключения и документы в структурированной форме, но и оперативно автоматизировать процессы их обработки.

Реализация представленных предложений может привести к снижению риска допуска к пуску РКН с критическими параметрами и, соответственно, к снижению риска возникновения аварийных пусков.

Увеличение доли цифровой обработки информации, включая и неструктурированную текстовую информацию, положительно повлияет на качество оформления различных документов, скорость их получения и редактирования различными исполнителями. Более удобная, упрощенная и в то же

время учитывающая ответственность составляющих их лиц, структура заключения о готовности к пуску РКН снизит негативное влияние возможных ошибок (человеческого фактора) в процессе принятия решений и уменьшит время, требуемое для формирования разрешений на пуск РКН.

Список литературы

1. Муштакова И.В., Шайкина Д.Ю. Формирование подхода к оценке надежности наземной подготовки ракет-носителей на основе определения полноты наземных проверок и результата выполнения поставленной задачи пуска. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. № 2. С. 119-124.

2. Федоров А.В., Аникейчик Н.Д. Основы устройства ракетно-космических комплексов: Учебное пособие – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 243 с.

Орбитальный аппарат для спасательных операций

Никеев А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
d3pt1337@gmail.com

История пилотируемых космических полётов имеет и трагическую сторону. 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 завершиться катастрофой.

Примером может послужить лунная миссия корабля «Аполлон-13», в ходе которой на сорок седьмом часу полётного времени произошла авария, связанная с неисправностью оборудования служебного модуля, ввиду чего нормальное возвращение на Землю было невозможным. Избежать трагических последствий удалось лишь благодаря эффективности наземных служб и изобретательности астронавтов.

Если рассматривать возможные проблемы, связанные с опасностью для человеческих жизней, то здесь особого внимания заслуживает Международная космическая станция. Ввиду загрязнения космическим мусором низкой околоземной орбиты, МКС 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 только больше, и активных мер с его борьбой пока не ведётся. Также не исключены аварийные ситуации на самой станции, требующие своевременной эвакуации экипажа.

Поэтому, проанализировав исторические факты и предположив возникновение новых аварийных ситуаций, выявлена необходимость в создании орбитального аппарата для спасательных операций и технических работ в космосе, с последующей разработкой проектных решений и проектированием.

Сравнительная оценка эффективности применения схемных решений объективов в составе целевой аппаратуры малоразмерного космического аппарата

Проскурина И.П., Котов В.В., Фёдорова Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ламзин В.А.
МАИ, Москва
ira-proskurina@rambler.ru

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к разработке малоразмерных космических аппаратов (МКА) с оптико-электронным комплексом (ОЭК) на борту для решения различных тематических задач мониторинга окружающей среды (МОС). Анализ литературы показывает, что существуют различные решения как по модификациям МКА, так и по оптическим схемам малогабаритных ОЭК [1–5], но недостаточно освещены вопросы по обоснованию возможности их реализации на борту МКА. Анализ опыта разработки МКА для решения задач мониторинга показывает, что для оценки эффективности применения малогабаритных ОЭК необходима разработка проектных моделей оценки их геометрических и массогабаритных характеристик.

Для сравнительной оценки эффективности применения малогабаритных ОЭК в составе целевой аппаратуры МКА разработаны проектные модели оценки массогабаритных характеристик двухзеркальных (оптические схемы Кассегрена и их модификации) и трехзеркальных объективов, рассмотрены оптические схемы классического Кассегрена и трехзеркального объектива без экранирования с телецентрическим ходом лучей. Проектные модели позволяют определить основные параметры зеркальной системы (диаметры главного и вторичного зеркал, фокусное расстояние главного зеркала, относительное отверстие объектива) и массу объектива при заданных проектно-

конструкторских решениях и ограничениях. Особенностью моделей является включение в их состав характеристик облегченных зеркал для разработки перспективных ОЭК.

Работоспособность проектных моделей подтверждается сравнением полученных габаритно-массовых характеристик с характеристиками существующих прототипов ОЭК. Приведены результаты параметрического анализа влияния пространственного разрешения на рациональные массогабаритные характеристики ОЭК с представлением результатов расчета в виде таблиц и рисунков. Проведена сравнительная оценка эффективности применения схемных решений объективов, определены области их рационального использования в составе целевой аппаратуры перспективных МКА.

Список литературы

1. Матвеев Ю.А., Ламзин В.А., В.В. Ламзин В.В. Основы проектирования модификаций космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. – М.: Изд-во МАИ, 2015. – 176 с.

2. Лысенко А.И., Маламед Е.Р., Сокольский М.Н., Пименов Ю.Д., Путилов И.Е. Оптические схемы объективов космических телескопов // Оптический журнал. 2002. Т. 69. № 9. С. 21–25.

3. Савицкий А. М., Сокольский М. Н. Оптические системы объективов для малых космических аппаратов // Оптический журнал. 2009. Т. 76. №10. С. 83–88.

4. Савицкий А. М., Соколов И. М.Вопросы конструирования облегченных главных зеркал космических телескопов // Оптический журнал. 2009. Т. 76. №10. С. 94–98.

5. Грамматин А. П., Сычева А.А. Трехзеркальный объектив телескопа без экранирования // Оптический журнал. 2010. Т. 77. №1. С. 24–27.

Экспериментальное исследование эффективности настраиваемого гасителя пульсаций давления резонансного типа

Радин Д.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Макарьянц Г.М.
Самарский университет, Самара
radin.danila.v@gmail.com

Надёжность и ресурс гидравлических систем значительно снижаются вследствие воздействия пульсаций давления на исполнительные органы и чувствительные элементы агрегатов систем. Одним из основных источников пульсаций давления в гидравлической системе является насос. Использование нерегулируемого ответвлённого резонатора для устранения пульсаций давления является нецелесообразным, т.к. его эффективность зависит от режима работы насоса, который изменяется во время эксплуатации. Поэтому для повышения эффективности работы резонатора предлагается осуществлять его настройку в зависимости от режима работы насоса. Целью данной работы является экспериментальное исследование эффективности настраиваемого гасителя пульсаций давления резонансного типа. В рамках заданной цели были поставлены следующие задачи:

1. провести проектирование, изготовление и сборку стендовой установки в составе с насосом и настраиваемым гасителем пульсаций;
2. провести экспериментальные исследования эффективности настраиваемого гасителя пульсаций давления.

Принципиальная схема гидравлического стенда разрабатывалась таким образом, чтобы стенд позволял определять как статические параметры рабочей среды, так и динамические параметры шестеренного насоса и настраиваемого ответвлённого резонатора. В качестве ответвлённого резонатора в стенде использовался гидравлический цилиндр. В качестве горла резонатора выступал штуцер и участок трубы до основного трубопровода, в качестве полости резонатора – поршневая полость гидроцилиндра

Экспериментальные исследования эффективности гашения пульсаций выполнялись для трёх значений объёма полости настраиваемого гасителя, а именно для максимально выдвинутого положения штока, положения 0,75 от максимального и половина от максимального. При проведении экспериментальных исследований регистрировались пульсации давления рабочей среды. Замеры проводились в следующих сечениях трубопроводной системы: на входе в резонатор, на выходе из него, а также в месте установки резонатора после его демонтажа. Эффективность действия гасителя оценивалась коэффициентом вносимого затухания, представляющим отношение амплитуды колебаний давления в цепи без резонатора к амплитуде колебаний в цепи с резонатором [Л].

Из полученных экспериментальных данных видно, что на дорезонансных частотах наблюдалось повышение эффективности гасителя более чем в три раза, на зарезонансных – в полтора.

В результате исследования был разработан и экспериментально исследован настраиваемый гаситель пульсаций давления резонансного типа. Было подтверждено, что настраиваемый резонатор обеспечивает значительно большее снижение пульсаций давления по сравнению с нерегулируемым резонатором во всём рассматриваемом диапазоне частот.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (грант 1.7914.2017/8.9).

Литература

Шорин В.П. Устранение колебаний в авиационных трубопроводах. — М.: Машиностроение, 1980. – 156 с.

Анализ глобальных путей развития космонавтики

Рамазанова Д.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Алифанов О.М.
МАИ, Москва
ramazanova-djamilya@mail.ru

Мировая космонавтика прошла значительный исторический путь. Эпоха событий и достижений началась с создания межконтинентальных баллистических ракет и формирования ракетно-ядерной системы сдерживания. Затем был осуществлен прорыв в космос, там стали проводиться первые научные исследования. Далее последовали полеты человека в околоземное космическое пространство и на Луну, началось освоение технологий жизнеобеспечения людей в космических условиях.

Главной особенностью первого этапа стало освоение околоземного пространства. В настоящее время этот этап практически пройден и не дает ничего нового. Соответственно встает вопрос о переходе общего развития космонавтики на следующий этап с определением его характеристик и требований. Основным направлением следующего этапа является освоение объектов Солнечной системы, и на этом этапе потребуется разработка принципиально новых космических аппаратов, особенно это касается пилотируемых КА.

Очевидно, что эти пилотируемые КА окажутся более сложными и дорогими и ошибочные решения и требования, заложенные в их конструкции, могут быть слишком дороги. Поэтому еще до начала конструирования КА необходимо определить комплекс задач для разработки основ конструкции перспективного пилотируемого космического корабля.

Такие задачи наиболее достоверно вырисовываются при правильном прогнозировании глобальных путей развития космонавтики. В настоящее время нет точных методов прогнозирования глобального развития космонавтики, поэтому используются менее точные методы и среди них выбран концептуальный подход, с помощью которого проводятся определение и обоснование набора концепций планируемого объекта исследования.

Получены основные выводы и ограничения, позволяющие «обрисовать общие контуры» проектируемой системы. Проведено сравнение разрабатываемого проекта с другими аналогичными проектами на основе концептуального подхода.

После представления первых вариантов возможной конструкции космического комплекса возможны дальнейшие его доработки и совершенствования в рамках определенного концептуального подхода.

Особенности создания крупногабаритных зарядов для твердотопливных ускорителей ракет космического назначения сверхтяжёлого класса

Рылев И.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва
maramara44@yandex.ru

Проектирование крупногабаритных зарядов ракетных двигателей на твёрдом топливе является предметом конструкторской проработки каждого конкретного двигателя с учётом всей совокупности предъявляемых к нему требований.

Из всего комплекса требований, влияющих на конструкцию заряда, в первую очередь рассматриваются требования к внутрибаллистическим и энергетическим характеристикам с учётом габаритно-массовых, технологических ограничений и стоимостных показателей. Однако увеличение массы заряда до 80-150 т вносит существенное ограничение на применение известных форм и элементов его конструкции, влечёт за собой увеличение массы формующей и другой оснастки, а при

изготовлении заряда сложной формы существенно усложняется процесс её сборки, установки. Особую сложность в этом случае представляет процесс распрессовки, который в общем случае должен производиться при минимуме перемещений и подъёмно-транспортных операций.

Таким образом, увеличение массы заряда делает определяющими особенности технологии его изготовления, технологические ограничения на выбор возможных вариантов конструкции.

Применение крупногабаритных зарядов в твердотопливных ускорителях для ракеты космического назначения сверхтяжёлого класса определяет требования к характеру изменения тяги. Для снижения предела линейных перегрузок, действующих на элементы конструкции, двигатель должен обеспечить дегрессивный, в крайнем случае постоянный либо слабопрогрессивный (прогрессивность до 1.1… 1.2) закон изменения тяги. Это возможно за счёт элементов двигателя (сопло с регулируемой площадью критического сечения и т.п.), за счёт заряда, обеспечивающего нужный закон изменения поверхности горения, либо совместного применения этих двух способов.

Учитывая современный уровень развития специальной технической химии, производственной базы отрасли, задачу создания крупногабаритных зарядов для твердотопливных ускорителей можно решить в три этапа:

1 этап: использование уже разработанных зарядов (и соответствующих двигателей) массой до 50 т, которые могут использоваться как модельные для отработки технологии, исследования характеристик выбранных топлив и т.д.

2 этап: создание производственной базы рядом с территорией космодрома, с которого будут производиться будущие пуски, для производства зарядов массой 80-150 т на основе твердотопливных модулей массой до 100-170 т каждый, т.к. транспортировка таких грузов на дальние расстояния от существующих производств до мест старта крайне затруднительна и потребует дополнительных больших капиловложений. Заряды необходимо будет производить прочноскреплёнными из смесевых топлив — такая конструктивная схема позволит решить ряд проблем.

3 этап: сборка 5-6-7 модулей крупногабаритных зарядов в единый ускоритель и лётная отработка на ракетах сверхтяжёлого класса; возможна также отработка на ракетах других классов (среднего и тяжёлого).

Подобные технологии уже освоены зарубежными странами, в частности в США (проекты Space Shuttle, SLS и др.). Создание в ракетно-космической отрасли России твердотопливных ускорителей позволит расширить парк космических средств выведения и увеличить грузоподъёмность уже существующих.

Исследования по формированию технического облика твердотопливного ускорителя для перспективной ракеты космического назначения сверхтяжелого класса

Рылева Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва
fedenkowa.katya@yandex.ru

Формирование технического облика, а также создание твердотопливных ускорителей для ракет космического назначения в Российской Федерации – это решение, которое позволит повысить тяговооруженность и грузоподъемность традиционных ракет-носителей на жидких компонентах топлива с учетом растущих потребностей по выведению больших полезных нагрузок на различные орбиты. Высокая надежность и эксплуатационная безопасность дают ракетным двигателям твердого топлива преимущества перед жидкостными ракетными двигателями, а применение экономически выгодных компонентов в составе зарядов твердотопливных ракетных двигателей позволяет им быть конкурентоспособными и с экономической точки зрения.

В зарубежной практике широко использовались твердотопливные ускорители на многоразовой транспортной космической системе «Space Shuttle», а в настоящее время ведутся испытания твердотопливных ускорителей для ракет «SLS», «Ariane 6» (США), «Long March-8» (КНР) и других перспективных носителей. В отечественных космических программах маршевые двигательные установки на твёрдом топливе не применялись, несмотря на то, что существуют наработки по этой тематике и положительный опыт применения носителей на твердом топливе «Старт», «Старт-1» легкого класса на основе конверсионных программ использования элементов комплекса «Тополь» после гарантийного срока эксплуатации. С целью формирования технического облика твердотопливного ускорителя для перспективной ракеты сверхтяжелого класса были решены следующие задачи:

• Проведено исследование предполагаемого состава и основных характеристик компонентов заряда для твердотопливного ускорителя;

• Разработана и обоснована возможная «конструкция» заряда твердотопливного ускорителя (с учётом опыта разработки крупногабаритных зарядов для ускорителей в системе «Space Shuttle»);

• Проведен анализ технологии изготовления крупногабаритного заряда для ускорителя и соответствующей производственной базы для него.

Исходя из установленных ограничений и особенностей отечественной производственной базы предложена схема многосекционного заряда, состоящего из шести секций общей массой около 475 т. Формы секций заряда выбраны таким образом, чтобы обеспечивать квазипостоянную зависимость поверхности горения от горящего свода с некоторым снижением к концу горения свода.

Данная работа может найти свое применение при разработке эскизного проекта твердотопливного ускорителя для перспективной ракеты космического назначения сверхтяжелого класса.

Численные исследования гидродинамических процессов в системе активного шумоподавления на стартовом комплексе

Советников Я.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва
Yroslavsovetnik@mail.ru

Как известно, при старте многих ракет-носителей, как зарубежных, так и отечественных, для снижения акустических нагрузок от свободных и отраженных сверхзвуковых струй двигательных установок применяют активные методы шумоподавления. Таким методом является система подачи воды непосредственно в сверхзвуковую газовую струю двигательной установки при старте ракеты-носителя.

Основными характеристиками такого метода являются угол распыла воды, толщина водяного слоя, дальность распыла. Данные критерии получаются за счет определенного расхода воды и геометрических характеристик распыляющего элемента, в нашем случае форсунки. Для подбора форсунок с необходимыми выходными параметрами требуются теоретические расчеты и их модельные и натурные экспериментальные подтверждения. При расчетах по гидравлическим формулам с применением эмпирических справочных коэффициентов возникает большая погрешность, вследствии чего требуются многочисленные дополнительные эксперименты для поиска искомых характеристик системы водоподачи.

Для уменьшения количества экспериментов и экономии ресурсов применяют методы численного моделирования, с помощью которых за короткое время возможно определить заданные параметры системы, смоделировать и визуализировать гидродинамические процессы. Возникает проблема подтверждения соответствия результатов численного моделирования, и приходится снова прибегать к экспериментам.

Решением проблемы является численное моделирование аналогичных гидравлических систем, имеющих результаты экспериментов. Для этого необходимо выполнить настройки программного модуля соответствующим образом, что является сложной задачей. В случае получения погрешности в пределах 5% данные настройки можно применять для аналогичных гидродинамических задач и принимать их результаты с допустимой погрешностью.

Для численного моделирования были взяты результаты проливочных экспериментов четырех модельных форсунок с известными геометрическими характеристиками.

Численное моделирование проводилось с помощью программного обеспечения «ANSYS CFX» с различными настройками и размерностями сеточных моделей.

В результате моделирования в «ANSYS CFX» были получены характеристики факелов распыла форсунок, которые соответствовали экспериментам на 98% по углу распыла, дальности распыла и высоте водяного слоя. При определении необходимого давления для обеспечения заданного расхода на входе форсунки получилась погрешность в диапазоне от 10% до 30% в зависимости от размера сеточной модели. Визуализация нестационарного процесса распыла воды соответствовала действительности.

По данному численному моделированию будут продолжаться работы и дальше для достижения допустимого соответствия проливочным экспериментам и моделирование натурных форсунок системы водоподачи.

Надувной купол с силовой конструкцией внутри

Степин Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
Styopin.egor@yandex.ru

Многие страны возобновили свои проекты по освоению лунной поверхности. В России в 2014 году Институт космических исследований (ИКИ) РАН по поручению Роскосмоса составил поэтапную программу по исследованию Луны. ИКИ предложило использовать спутник Земли в качестве полномасштабной научной площадки.

В данной работе были рассмотрены такие проекты, как “Луна 7”, “ESA”, “Вулкан”, “Звезда”. Поставлены цели лунной базы. Проведено сравнение лунной орбитальной станции с лунной базой, а также варианты схем полета.

Модуль с надувным куполом. Надувная оболочка состоит из нескольких слоев, 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.

Силовая конструкция. В качестве материала выбран сплав Д16т, так как он обладает нужными нам характеристиками. Д16т – один из самых востребованных дюралюминиевых сплавов в судостроительной, авиационной и космической промышленности.

В работе представлены два варианта раскрытия конструкции. Первое строение представляет собой сложный механизм, состоящий из многочисленных частей. Но ведь всем известно, что чем больше цепей в механизме, тем он ненадёжней.

Но был рассмотрен и более простой метод раскрытия пола. Плюс такого пола — простота и легкость реализации, он представляет собой не монолит, а шестигранную сетку, обладает меньшей массой, а данное расположение шестигранных фигур обеспечивает хорошую прочность структуры.

Строительство лунной базы — стратегически выгодное вложение как с экономической точки зрения, так и с научной. Так как Луна обладает разнообразными полезными ископаемыми, в том числе ценными для промышленности металлами — железом, алюминием, титаном; кроме этого, в поверхностном слое лунного грунта, реголите, накоплен редкий на Земле изотоп гелий-3, который может использоваться в качестве топлива для перспективных термоядерных реакторов.

Использование воздушных винтов в условиях атмосферы Марса

Фатеев К.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Обнинск
gladiatoreks@gmail.com

В настоящее время в России и за рубежом активно идет развитие проектов по освоению людьми ближайших к Земле планет. Среди планет Солнечной системы Марс представляет наибольший интерес для колонизации, а среди факторов, обуславливающих преимущество Марса, следует выделить наличие на планете атмосферы.

Плотность атмосферы Марса существенно ниже земной. Так, атмосферное давление в областях предполагаемых колоний эквивалентно земному на высоте свыше 30000 метров. Стоит отметить, что максимальная высота, достигнутая летательным аппаратом с винтовой двигательной установкой, превышает данную отметку. Несмотря на низкую несущую способность атмосферы, ускорение свободного падения на Марсе приблизительно в 2,5 раза меньше, чем на Земле, что позволяет рассматривать его атмосферу как пригодную для воздухоплавания.

Использование марсианской атмосферы расширяет возможности исследования и освоения красной планеты. При помощи винтовых беспилотных летательных аппаратов становится осуществимой оперативная разведка местности и получение высококачественных фотографий поверхности Марса, что в настоящее время невозможно с помощью наземных или орбитальных аппаратов. Среди достоинств использования винта на наземных транспортных средствах выделяется также возможность многоцелевого использования такой схемы. Так, в статичном положении аппарат может преобразовывать кинетическую энергию ветра (достигает 100 м/с) в электрическую.

Особенности условий работы воздушных винтов на Марсе вызывают необходимость анализа и расчета различных профилей лопасти винта, в особенности используемых в высотной авиации на Земле.

Влияние космической погоды на функционирование бортовой аппаратуры командной радиолинии ИСЗ на геостационарной орбите

Халимов А.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лефтер В.Д.
АО «Республиканский центр космической связи», Астана, Казахстан
vortex_04@mail.ru

Одним из основных негативных факторов, влияющих на работу искусственных спутников Земли (ИСЗ), является космическая радиация – потоки заряженных частиц (в основном протоны и электроны) высокой энергии, а также ионизирующее электромагнитное излучение, способные проникать сквозь обшивку космических аппаратов (КА). Еще одним фактором является возмущенность магнитного поля Земли, влияющая на потоки радиации в околоземном пространстве. Влияние этого фактора на работоспособность аппаратуры КА незначительно по сравнению с космической радиацией ввиду того, что КА находится на геостационарной орбите.

Негативное влияние космической радиация на ИСЗ состоит в следующем:

- Деградация конструкционных материалов ИСЗ, в первую очередь солнечных батарей;
- Электризация обшивки ИСЗ;
- Возникновение объемного заряда внутри ИСЗ;
- Сбои в работе электронных систем КА;
- Нарушение и потеря ориентации ИСЗ;
- Нарушение радиосвязи с ИСЗ.

Каждая из этих проблемных ситуаций может привести к крайне негативным и порой необратимым последствиям.

Данные об отказах в работе аппаратуры КА взяты с действующего телекоммуникационного космического аппарата, находящегося на ГСО более 5 лет.

С момента функционирования КА на орбите было зафиксировано более 40 сбоев в работе аппаратуры, из которых 27 связаны с функционированием бортовой аппаратуры командной радиолинии. Причинами сбоев являлись неблагоприятные факторы космической погоды.

Более 80% данных сбоев в работе аппаратуры коррелирует с изменением концентраций электронов и протонов различных энергий в околоземном пространстве.

Для примера рассмотрим сбой в работе логического элемента бортовой аппаратуры командной радиолинии, который привел к кратковременной потере приема ТМИ с КА. Сбой произошел 08.03.2012 года в 14:36 по ДМВ.

В момент данного сбоя на геостационарной орбите наблюдалось скачкообразное изменение концентраций электронов и протонов различных энергий. Эти изменения фиксируют КА серии GOES. Данные КА предназначены для сбора метеорологических данных и наблюдения за космической погодой.

Такое изменение явилось следствием сильной солнечной активности в начале месяца. С начала месяца наблюдались многочисленные солнечные вспышки различных классов.

Результаты анализа показывают, что наиболее частое проявление сбоев в работе аппараты наблюдается в периоды с января по март и с августа по октябрь. В эти периоды наблюдается повышение активности Солнца, мощные вспышки, Солнце, и как следствие — возникновение сбоев.

Проведенный анализ показывает, что многие применяемые модели, рассчитывающие радиационную стойкость бортовой аппаратуры уже существующих КА, не учитывают негативные факторы, которые носят случайный характер, такие как протонные и электронные события, которые, в свою очередь, хорошо коррелируют с вариацией потоков ГКЛ и СКЛ.

Также, на основании статистических данных, было определено, что концентрация протонов, равная 10^1 р'/см^2*с*ср, с энергией свыше 30 МэВ и электронов, равная 10^3 е'/см^2*с*ср, с энергией свыше 2МэВ критична и способна вызывать сбои в работе бортовой аппаратуры командной радиолинии, что может вызвать неблагоприятные последствия в работе КА вплоть до потери КА.

Таким образом, целесообразно при проектировании бортовой аппаратуры и систем КА для ГСО использовать уточненные модели воздействия факторов космического пространства, максимально учитывающие все виды негативных воздействий, а также опытные данные, полученные при эксплуатации аналогичных ИСЗ. Так же, при эксплуатации КА на ГСО необходимо разрабатывать мероприятия, снижающие негативные воздействия факторов космического пространства.

Планетоход с шагающим движителем

Шестернин Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
dimanshesternin@yandex.ru

Планетоход — это аппарат, предназначенный для передвижения по поверхности другой планеты. Некоторые планетоходы были сконструированы для передвижения членов экипажа космической экспедиции, другие были нетранспортными исследовательскими аппаратами — дистанционно управляемыми роботами.

Планетоходы доставляются на поверхность исследуемого небесного тела посадочными модулями, которые могут являться как самостоятельными космическими судами, так и отделяемыми спускаемыми аппаратами.

В настоящее время считается, что Солнечная система довольно хорошо изучена и лишена каких-либо серьезных тайн. Однако до сих пор еще не созданы разделы физики, позволяющие описать процессы, происходящие сразу после Большого взрыва. Ничего нельзя сказать о породивших его причинах, сохраняется полная неясность относительно физической природы темной материи, практически полное отсутствие информации о гравитационных волнах. И это – лишь малая часть того, что прячет от нас Вселенная. Возможно, изучение планет Солнечной системы даст нам ответы на многие вопросы.

Так же немаловажной проблемой на Земле является ее перенаселение. Это проявляется в социально-экономических противоречиях и конфликтах: падение уровня жизни большинства населения, высокий уровень безработицы, голод, войны. И одним из выходов из данного положения является колонизация другой планеты, в ходе которой планетоходы будут использоваться в огромных масштабах.

Актуальность настоящего исследования – это стремление расширить возможности человечества как в рамках Солнечной системы, так и за ее пределами.

Секция №5.5 Системы жизнеобеспечения и экологическая безопасность космической деятельности

Межвидовой статистический анализ зависимости межгенных расстояний и оптимальной температуры среды от вида архей

Агамиров А.А.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Любецкая С.Н.
МАИ, Москва
flame_body@mail.ru

Биоинформатика и анализ данных в этой области известны тем, что широко используют различные статистические методы. Одной из задач анализа данных является изучение свойств геномов организмов, отдельных генов и связи их с внешними параметрами этих организмов и их средами обитания. Актуальность таких задач связана с активным внедрением генетических представлений и знаний во все стороны обеспечения жизни человека. Именно такой задаче посвящена эта работа.

В данной работе изучались археи – прокариоты, существенно отличающиеся от бактерий и эукариотов. Они распространены так же широко, как бактерии, и имеют весьма широкий диапазон условий для жизни. В работе [1] были собраны данные и изучены изменения геномных расстояний архей в зависимости от температуры, используя из статистики в основном одномерные корреляции. Данные представляли собой значения медиан расстояний между соседними сходящимися (con), расходящимися (div) и последовательно расположенными (uni) генами и рядом значений температуры среды обитания организмов с этими генами. В работе были исследованы 4 ряда данных по 123 связанных значений – характеристик разных видов архей.

После краткого общего описательного анализа и кластеризации данных на отдельные классы было обнаружено, что археи имеют более слабую связь геномных расстояний с изменением вида бактерии, то есть для разных видов архей изучаемые расстояния могут быть менее специфичны, чем, например, та же температура среды. Полученные кластеры, хоть и отличались друг от друга, но тем не менее дисперсии, средние и σ межгенных расстояний были довольно велики вне зависимости от температуры, даже в тех случаях, когда σ была крайне мала. По этой причине был проведён межвидовой анализ медиан расстояний между генами архей.

На этапе межвидового анализа были получены 46 подгрупп архей, 26 из которых содержали в себе лишь по одному представителю вида. Полученные значения дисперсий существенно различались от вида к виду, в то время как значения куртозиса колебались между положительными и отрицательными значениями. Такой разброс значений объясняется сильно отрицательным эксцессом и «плоскостью» распределения значений по шкале температур. Таким образом, гипотеза о нормальном распределении параметров археи в пределах одного вида не подтвердилась.

Между некоторыми видами разница между описательными и базисными данными практически отсутствовала, что можно заметить на графических представлениях данных в системе координат температура (OX) — медианы расстояний (OY). Это может означать более глубокую связь представителей архей, что объясняет раннюю кластеризацию и подтверждает теорию о слабой связи геномных расстояний с изменением вида бактерии.

Усовершенствованные системы обеспечения безопасности в авиационно-космической отрасли

Апушкина С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мерзликин И.Н.
МГТУ ГА, Москва
svetlana199_99@mail.ru

Одной из главных задач авиационно-космической отрасли является создание таких технических средств и передовых технологий, которые гарантируют защиту жизни и здоровья человека, в частности при его взаимодействии с авиационно-космической деятельностью. Существуют также компании, которые занимаются разработкой необходимых средств для безопасной работы аэрокосмических систем и комплексов, разработкой средств обеспечения безопасности в области авиационной деятельности, интегрированной авиационной электроники, а также созданием модернизированных технологий для воздушного движения. Риск возникновения опасности всегда существует там, где происходит подготовка воздушно-космического судна к полёту. При

неправильной работе некоторых элементов на объекте подготовки могут возникнуть чрезвычайные ситуации, в том числе и трагические. Для предотвращения таких ситуаций была создана и усовершенствована специальная система EBI, которая организует сбор и анализ информации из всех доступных источников, устанавливая факт присутствия людей в опасной зоне, а при помощи системы видеонаблюдения оператор может оценить масштаб возгорания, если эта чрезвычайная ситуация – пожар, произошедший вследствие нарушения работы отдельных составляющих системы, и проконтролировать работу автоматизированных систем противопожарной защиты, состояние запасных выходов для эвакуации людей или доступа определённых служб, в частности пожарных. Кроме того, система EBI автоматически фиксирует действия оператора, производимые в ответ на поступающие аварийные сигналы; она включает в себя ещё и подсистему управления вентиляцией, отоплением и кондиционированием, тепловыми пунктами, водоснабжением, освещением и микроклиматом, что является условием нормальной работы аэрокосмического предприятия. Таким образом, развитие технических систем для обеспечения безопасности необходимо, а именно поэтому занимает важное место в нашей жизни.

Оценка возможности применения акустических методов для косвенной оценки частоты дыхания и вентиляции легких

Астафьева С.Н.
Научный руководитель — д.т.н. Дьяченко А.И.
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, Москва
ghbphfr211@yandex.ru

Известно, что в процессе дыхания в дыхательных путях и легких возникают звуки – дыхательные шумы, которые используются для диагностики легочных заболеваний в методике аускультации. С развитием компьютерных методов регистрации дыхательных шумов и обработки полученных данных в середине XX века стало возможным объективное изучение дыхательных шумов и в целом акустических свойств лёгких. Возникло новое научное направление – респираторная акустика. Настоящая работа относится к данному направлению.

Несмотря на большое количество работ по респираторной акустике и значительные успехи в ее развитии, остается ряд плохо решенных и нерешенных задач.

Регистрация дыхательных шумов и обработка полученных сигналов требуют инструментального, методического и программного усовершенствования [1, 2, 3]. В частности, остаются проблемы разделения дыхательных и сердечных шумов и устранения внешних акустических помех.

Целью настоящей работы явилось сопоставление динамики трахеальных шумов с динамикой дыхательного потока, регистрируемого ультразвуковым дыхательным флоуметром [4].

Для снижения внешних акустических помех в данной работе регистрация дыхательных шумов производилась путем применения легкого акселерометра PCB 333B52, который размещался над внегрудным участком трахеи на шее испытуемого. Акселерометр прижимался к поверхности шеи с помощью ленты “Velcro”.

Исследование провели с участием группы добровольцев, состоящей из двух женщин и пятерых мужчин. Все участники дали до проведения исследований информированное согласие на проведение исследований в письменной форме. У них зарегистрировали динамику трахеальных шумов и воздушного потока в ходе дыхательных маневров, включающих произвольную гипервентиляцию в течение 1 мин и возвратное дыхание в дыхательный контур объемом 18 л в течение 10-12 мин до достижения парциального давления углекислого газа в конечной порции выдыхаемого воздуха 60 мм рт.ст. [5]. Дыхательный поток регистрировали с помощью программы FlowLab в виде текстовых файлов. Трахеальные шумы регистрировали с применением программы SpectraPlus в виде файлов формата .wav.

Полученные записи потока и дыхательных шумов синхронизированы по моменту начала гипервентиляции, который был четко виден на записях потока и дыхательных шумов. По данным флоуметрии найдены величины частоты дыхания и минутной вентиляции легких за определенные временные интервалы. Для обработки записей дыхательных шумов применен метод построения огибающей с помощью преобразования Гильберта, дополнительно применены различные методы фильтрации. По полученным огибающим кривых дыхательных шумов найдены акустические оценки частоты дыхания и вентиляции легких. На основе сопоставления результатов флоуметрии и акустических оценок рассмотренных характеристик вентиляции легких рассмотрены достоинства и недостатки нескольких вариантов обработки записей дыхательных шумов.

Список литературы
1. Pasterkamp H., Kraman S., Wodicka G. Respiratory Sounds. Advances beyond the stethoscope // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1997. Vol. 156, N 3. P. 974–987.
2. Дьяченко А.И., Михайловская А.Н. Респираторная акустика (обзор) // Труды института общей физики им. А.М. Прохорова. 2012. Т. 68. С. 136-181.
3. Abraham Bohadana, M.D., Gabriel Izbicki, M.D., and Steve S. Kraman, M.D. Fundamentals of Lung Auscultation/ N Engl J Med. – 2014, Vol. 370, P. 744-751.
4. Шкундин С.З., Буянов С.И., Жердев А.А. Требования к современным спирометрам/ Препринт «Совершенствование акустического спирометра». – М.: Горная книга, 2011.
5. Дьяченко А.И., Ермолаев Е.С., Шулагин Ю.А., Гончаров А.О., Суворов А.В. Экспериментальное и теоретическое исследование вентиляционной реакции человека на гиперкапнию с помощью математической модели газообмена // Авиационная и космическая медицина. 2015. Т. 49. № 3. С. 38-43.

Энергосберегающая защита оператора при выполнении паяльно-сварочных работ в помещениях ограниченного объема

Афлятунова Г.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калпина Н.Ю.
Московский политехнический университет, Москва
guzel.aflyatunova13@yandex.ru

При выполнении паяльно-сварочных работ металлов и пластмасс в воздух выделяются вредные для здоровья человека пары олова, свинца, канифоли, паяльной кислоты и др. При этом лицо оператора подвергается дискомфортному тепловому воздействию со стороны горячего источника пайки. Это обусловливает необходимость применения защиты оператора и воздушной среды в помещении.

Для помещений, не имеющих приточно-вытяжную вентиляцию, когда проветривание осуществляется естественным путем (характерно для условий индивидуального предпринимательства), реализована технология нормализации теплового состояния оператора посредством локального «душирования» области «голова-грудь» оператора охлажденным воздухом с его «мокрой» очисткой в водоиспарительном аппарате с орошаемой водой насадкой регулярной структуры [1]. Однако в случае когда достаточно подать кондиционированный воздух лишь в зону дыхания оператора, но не требуется нормализовать его тепловое состояние, производительность данного аппарата на уровне 120 $м^3$/ч является избыточной, что может привести к переохлаждению организма оператора при работе в помещении, где соблюдаются допустимые параметры микроклимата.

В связи с этим показана целесообразность использования энергосберегающей технологии локального «душирования» оператора при подаче охлажденного и очищенного от вредных примесей воздуха непосредственно в зону дыхания оператора. При этом для выполнения санитарной нормы по температуре воздуха около лица оператора (22…24^0C) и скорости 0,1…0,3 м/с при расстоянии от воздухораспределителя до головы x = 0,29 м расчетный расход кондиционного воздуха должен составлять в среднем не менее 21,5 $м^3$/ч. Выявлено, что для выполнения этого условия при охлаждении воздуха с одновременной мокрой очисткой в орошаемой насадке регулярной структуры из пластин мипласта ее температурный коэффициент эффективности должен возрастать при повышении температуры в помещении.

В соответствии с требованиями «Экологической концепции», отвечающей ГОСТ Р 57326-2016/100/ТР 14062:2002 [2], разработан и испытан в лабораторных условиях опытный образец аппарата, обеспечивающий подачу воздуха на уровне 25 $м^3$/ч с необходимой переменной эффективностью его обработки в орошаемой насадке. Ввиду простоты конструкции и относительно небольших энергозатрат на привод такой аппарат может быть рекомендован для применения в малом предпринимательстве в помещениях ограниченного объема, где отсутствует механическая приточно-вытяжная вентиляция.

Список литературы
1. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Карев С.В. Нормализация теплового состояния оператора транспортного средства локальным охлаждением // Безопасность жизнедеятельности. 2008. №9. С. 2 -9.
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.

Некоторые вопросы разработки системы мониторинга ЭКГ для анализа состояния испытателя в мягком экзоскелетоне

Баранов М.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
maxibar@list.ru

Отсутствие гравитационной нагрузки в космическом полете привело к развитию методов и средств для тренировки космонавта в полете. Средством для обеспечения физической нагрузки, наряду с бортовыми тренажерами для физических упражнений, может стать мягкий нагрузочный экзоскелетон, который предназначен для компенсации дефицита нагрузок на опорно-двигательный аппарат.

Применение «интеллектуальных» робототехнических медицинских технологий в области реабилитации пациентов с нарушениями двигательной функции способствует развитию индивидуально оптимизированных двигательных стереотипов в соответствии с физическими и антропометрическими данными больного и его функциональными возможностями. При этом расширяются возможности проведения пролонгированных тренировок не только в условиях стационара, но и на уровне амбулаторно-поликлинической помощи и в домашних условиях.

Разработки экзоскелетонов для общих применений, медицинских и военных приложений выполняются в настоящее время широко и значительными темпами.

Условия длительного пилотируемого космического полета неизбежно влияют на состояние здоровья и работоспособность космонавтов. Всегда существует вероятность развития соматических заболеваний, а потому медицинская профилактика является неотъемлемой частью медицинского контроля.

Задачи, необходимые для нашего эксперимента:

1) Провести эксперимент с совместным использованием экзоскелетона и устройства изменения ЭКГ.
2) Провести анализ данных по эксперименту с использованием экзоскелетона.
3) Разработать систему мониторинга ЭКГ в реальном времени как дополнение к экзоскелетону.

Разработка концепции, состава и компоновки системы экстренной поддержки кровообращения членов экипажа космического аппарата во время длительных космических перелетов

Боярский Г.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хаустов А.И.
МАИ, Москва
glebboyarsky@gmail.com

Длительный космический полет характеризуется высоким уровнем автономности экспедиции. Экипаж должен быть снабжен всеми необходимыми системами технического, экспериментально-научного и медицинского обеспечения. Система медицинского обеспечения экспедиций должна поддерживать здоровье и трудоспособность экипажа и при этом обладать минимальными массогабаритными характеристиками.

Во время длительного полета возможны нарушения в работе сердечно-сосудистой системы (ССС), купирование которых медикаментозными средствами не эффективно. Поэтому разработка системы экстренной поддержки кровообращения (СЭПК) членов экипажа, позволяющей восстанавливать работу ССС в условиях ограниченного пространства КА без возможности проведения сложнейших хирургических операций персоналом, не имеющим специального хирургического опыта, является актуальной. Эта система должна входить в состав медицинского блока (МБ) КА межпланетных полетов в целях снижения риска гибели или потери трудоспособности членов экипажа.

Таким образом, СЭПК для МБ КА для дальних полетов должна удовлетворять следующим требованиям:

Минимальные массогабаритные параметры: масса не более 6 кг, объем не более 0.03 $м^3$.

Блочное блистерное исполнение одноразового использования.

Ее применение не должно требовать использования сложного хирургического оборудования, не имеющегося на борту КА.

Простота применения, возможность использования членом экипажа.

Обеспечение требуемых физиологических параметров для восстановления работы ССС, а именно подача до 5 л/ мин крови с напором до 15 Дж/кг.

Для того чтобы удовлетворить этим требованиям, предлагается использовать микронасосную систему поддержки кровообращения (МСПК), в состав которой входят: катетерный микронасос (КМН) и блок управления (БУ). Катетерный микронасос вводится через бедренную артерию, проводится по кровеносному руслу через клапан левого желудочка, так что микронасос остается в восходящей аорте. КМН, забирая через канюлю кровь из левого желудочка, нагнетает ее в аорту и далее в кровеносную систему, тем самым разгружая и/или компенсируя функцию левого желудочка. БУ включает электронную систему управления, привод микронасоса, систему электропитания и интерфейс взаимодействия человека с МСПК.

Предлагаемая технология лечения не требует сложной операции на открытом сердце и может быть применена одним из членов экипажа, имеющим общее медицинское образование.

Из анализа принципа работы МСПК и основных требований, предъявляемых к МСПК как системе, входящей в состав медицинского блока КА для длительных космических полетов, следуют конструктивные требования:

1. Максимальный диаметр КМН не должен превышать 6 мм для его безопасного введения через бедренную артерию.

2. Длина КМН определяется протяженностью пути имплантации (кровеносного русла) и составляет 1200 мм, что достаточно для членов экипажа с разными антропометрическими параметрами.

Из требований, предъявляемых к МСПК, также вытекают требования, которым должен удовлетворять КМН:

1) Минимальный уровень гемолиза и тромбообразования,

2) Диаметр катетера-проводника не должен превышать 4 мм для минимального перекрытия кровеносного русла после установки КМН,

3) В зависимости от требуемой разгрузки левого желудочка КМН должна обеспечивать подачу крови в диапазоне от 2.5 до 5 л/мин, создавая повышение давления от 80 до 120 мм рт.ст.

На основе выявленных требований выполнено 3D-моделирование основных узлов и всей СЭПК в целом. Определены их массогабаритные параметры. Разработаны трехмерные твердотельные модели МН, электропривода и БУ. Эти модели стали основой для разработки конструкции проточной части КМН как элемента, выполняющего основные физиологические функции. КМН спроектирован в среде трехмерного моделирования Solid Works и испытан в пакете Comsol. Результаты моделирования показали соответствие основным требованиям, предъявляемым к КМН: минимальным значениям касательных напряжений на поверхности МН и отсутствию застойных зон в его проточных каналах.

С использованием твердотельных моделей СЭПК разработана его укладка для комплектации медицинского блока КА, которая включала в себя специальные индивидуальные блистерные упаковки для стерильных элементов и кейс для хранения и транспортировки изделия.

Антропометрия в проектировании скафандра

Быкова Э.О.
Научный руководитель — к.т.н. Камалетдинова Г.Р.
МАИ, Москва
elkaface.byk@gmail.com

Одной из главных задач при проектировании скафандра является выбор его формы и размеров, соответствующих антропометрическим данным космонавта. Для этого необходимо знать строение тела человека и его размеры. В настоящее время разработаны объединенные размерные стандарты: ГОСТ 31399-2009 «Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды», ГОСТ 31396-2009 «Классификация типовых фигур женщин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды».

Для измерений на теле используются так называемые антропометрические точки. Подробная характеристика и методика определения этих точек приведены в ГОСТах.

Скафандры обладают рядом преимуществ, обеспечивающих их успешное использование при длительных космических полётах [1]. К ним можно отнести: быстрое самостоятельное надевание-снятие, использование одного типоразмера скафандра для космонавтов с разными антропометрическими данными, возможность обслуживания на орбите без возвращения на Землю, простоту замены сменных и вышедших из строя элементов.

Самым сложным стало длительное сохранение воды, циркулирующей в гидросистеме, которая обеспечивала нужный тепловой баланс в открытом космосе. Трудности были, наконец, устранены с

помощью технологий ионизации воды серебром и новейших неметаллических материалов, из которых изготовлялись патрубки, разъёмы и другие элементы гидросистемы [2].

Неотъемлемой частью скафандра является герметичная перчатка. Обычно размер перчатки подбирается по обхвату кисти и равен половине этой величины, выраженной в сантиметрах (ГОСТ 20881-75 ГОСТ 5007-2014). По эксплуатационным соображениям, перчатки скафандра выполняются легкосъемными и подбираются отдельно. Являясь основным рабочим инструментом космонавта, перчатка должна очень точно соответствовать кисти не только по обхвату, но и по длине пальцев. Перчатки необходимо снимать при надевании скафандра, при его сушке и хранении. Поскольку перчатки космонавта предназначены для защиты рук от космического вакуума и предотвращения прокалывания осколками, которые могут ударить космонавта во время работы в открытом космосе, дизайнерам перчаток пришлось пожертвовать некоторой гибкостью ради прочности.

Травма руки при использовании перчаток в скафандрах (сравнительный анализ российского и американского скафандров) во время внекорабельной деятельности, изученной в Neutral Buoyancy Laboratory (NBL), остается серьезной проблемой, с которой сталкиваются космонавты. Исследования мышечных скелетных травм в полете показывают, что рука является наиболее распространенным местом травмы [3]. При исследовании длительного ношения скафандра, тренировки в NBL, показали, что 47% симптомов травмы сообщается в руках [4]. Исследования перчаток, которые космонавты носят во время работ в открытом космосе, показали, что они приводят к травмированию рук (из 232 космонавтов NASA 22 человека получили травмы рук во время работы в перчатках). Специалисты предложили такое объяснение полученным данным: при ношении узких перчаток нарушается нормальный кровоток в кистях, и особенно в кончиках пальцев, и в результате повышается риск повреждений пальцев и ногтевых пластин (из-за недостаточного кровоснабжения они легче отслаиваются).

Список литературы

1. Гришанов Н.Г., Уманский С.П. Скафандр летчик и космонавта // Авиация и космонавтика. 1965. №7.
2. https://wiki2.org/ru/Кречет_(скафандр)
3. Scheuring R.A. (2009), Aviat Space Environ Med 80, 117-124
4. Strauss S. (2005), Aviat Space Environ Med 76, 469-474

Модернизация системы измерения нагрузок для профилактического костюма «Пингвин-3»

Васяева А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
alvasyaeva@yandex.com

Среди проблем космической медицины особое место занимают исследования механизмов адаптации человеческого организма к факторам космического полета и методы нивелирования этих изменений в условиях длительных космических полетов.

Продолжительное отсутствие силы земного тяготения оказывает большое влияние на сердечно-сосудистую и костно-мышечную системы человека. Наиболее заметно это сказывается при возвращении на Землю. В невесомости нет сил притяжения, в результате чего в организме начинает происходить вымывание солей фосфора и кальция из костей. Мышцы космонавта ослабевают, развивается гиподинамия – нарушение функций организма при ограничении двигательной активности, снижении силы сокращения мышц. Из-за малой двигательной активности появляются вялость, апатия, быстрая утомляемость, повышаются нервно-эмоциональное напряжение, беспокойство, иногда возникают невротические состояния и различного рода отклонения психических функций.

Поэтому восполнение дефицита весовой нагрузки на костно-мышечный аппарат в условиях невесомости относится к числу весьма перспективных направлений в разработке профилактических мероприятий.

Естественным и практически осуществимым является профилактическое воздействие на первичные эффекты невесомости, такие как снятие гидростатического давления крови и весовой нагрузки на костно-мышечный аппарат, что позволяет ослабить длинную цепочку вторично обусловленных сдвигов. В данный момент на борту комплексно используются тренировки на велотренажере и беговой дорожке, приседания – все это помогает поддержать не только тонус мышц, но и рефлексы. Помимо тренажеров, космонавты используют специальные нагрузочные костюмы.

Совместно со специалистами НПО “Звезда” в ГНЦ РФ ИМБП РАН был разработан профилактически-нагрузочный костюм «Пингвин», задача которого — создавать осевую нагрузку на скелетно-мышечный аппарат. Современная модификация костюма, «Пингвин-3», состоит из комбинезона с натяжным устройством из набора упругих элементов – амортизаторов, вшитых в костюм, что помогает имитировать гравитацию в невесомости. Нагрузка икроножных мышц осуществляется с помощью специальной короткой тяги, крепящейся к носку ботинка. Важную функцию выполняет пояс костюма, к нижнему краю которого крепятся амортизаторы ног, а к верхнему – амортизаторы для туловища. Упругие элементы соединены между собой тканевыми и ленточными связями с пряжками, предназначенными для регулировки костюма по росту и регулировки величины нагрузки. Регулировку степени натяжения упругих элементов космонавт осуществляет по собственным ощущениям. Костюмы изготавливаются индивидуально для каждого космонавта.

Вмонтированные в профилактический костюм «Пингвин» силовые тяги нагружают определённые группы мышц. Работая в космосе, носитель костюма совершает дополнительные усилия, что способствует сохранению тонуса мышц.

Чтобы определить оптимальную нагрузку воздействия, в костюм встроены специальные датчики производства «Тензо-М». Выходные сигналы с датчиков выведены на компьютер, где производится контроль и управление задаваемыми на мышцы нагрузками. Данные о максимальной нагрузке, которую в течение определенного времени может переносить космонавт, передаются врачам на Землю для того, чтобы можно было составить правильные рекомендации о корректировке тренировок тех или иных мышц для каждого отдельного члена экипажа МКС. Результаты измерений должны заноситься на первом, второй, четвертом и шестом часу эксперимента по измерению нагрузки на космонавта для составления статистики по динамике изменения нагрузок.

Однако последовательность надевания и подключения костюма и снятия результатов требуют определенного времени. Цель этой работы в том, чтобы избавить костюм от соединительных кабелей, ведущих к бортовому компьютеру и блоку питания, и перейти на беспроводную передачу данных для сохранения времени и сил космонавтов, а также для дальнейшей разработки системы более точного мониторинга.

Методы и средства иммунологического исследования в пилотируемых полетах

Ващенко С.Ю.
Научный руководитель — Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
sveta_kruglyak@bk.ru

Современный и тщательный контроль состояния здоровья космонавтов — основа безопасности пилотируемых космических полетов. Большое количество информации можно получить при анализе биологических жидких сред человека.

Современный взгляд на оценку иммунной системы стал формироваться с начала 70-х годов, когда стало ясным, что в этой системе существуют клеточное и гуморальные звенья.

Впервые методология иммунодиагностики заболеваний иммунной системы была разработана в нашей стране Р.В. Петровым и соавторами, опубликовавшими в 1984 г. методические рекомендации «Оценка иммунного статуса человека». В соответствии с этими рекомендациями все методы иммунодиагностики разделены на тесты I и II уровней. Тесты I уровня направлены на идентификацию грубых поломок иммунной системы, т. е. первичных иммунодефицитов; тесты II уровня – на углубленное изучение функционального состояния иммунной системы.

В дальнейшем стали появляться тесты для оценки как количественных, так и качественных характеристик параметров иммунной системы.

Невесомость накладывает множество ограничений в сфере работы с биологическими жидкостями, среди которых невозможность проведения анализа методами, применяемыми на Земле. Но несмотря на сложности, попытки исследования форменных элементов крови были проведены первым врачом-космонавтом Б.Б. Егоровым.

В дальнейшем на орбитальной станции "Мир" была использована установка «Микровзор». Благодаря установке прибора появилась возможность исследовать в полете количество ретикулоцитов, количество эритроцитов, лейкоцитарную формулу.

Не все исследования возможно проводить на орбите, необходимо доставлять образцы жидких сред на Землю. Для этого разработан спускаемый контейнер, который в связи с расширением исследований требует модификации.

В работе обсуждаются:

- математическая модель функционирования устройства.
- технические проблемы модернизации.

Корпус контейнера изготовлен из алюминиевого сплава АМц, выполнен в виде цилиндрического сосуда, теплоизоляция из пенопласта. Габаритные размеры: высота – 220 мм, диаметр – 150 мм, масса контейнера – 3,2 кг.

Возвращаемый контейнер обеспечивает сохранение температуры биоматериала в аккумуляторе холода после извлечения его из камеры холодильника в диапазоне от -9°С до -1°С в течение 12 часов при температуре окружающей среды +20°С. Этого времени оказывается достаточным, чтобы сохранить биоматериал в замороженном состоянии от момента отключения холодильника от бортового источника питания до приземления космического корабля, когда контейнер может быть помещен в морозильную камеру или в "сухой лед".

Применение целевой функции термомассовой оптимизации в качестве физически измеримого показателя эффективности СОЖ

Ведищев А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Курмазенко Э.А.
МАИ, Москва
vedishchev.andrey@gmail.com

При рассмотрении технологической структуры интегрированной системы жизнеобеспечения (ИСЖО) наиболее общим является энергетический критерий эффективности. Энергетический баланс системы определяет в конечном итоге количество альтернативных вариантов технологической структуры ИСЖО, которые могут быть реализованы, а также интенсивность процессов преобразования продуктов метаболизма экипажа в исходные компоненты среды обитания [1].

Эффективность системы зависит от общего энергетического ресурса и контроля над энергетическими потоками. Процессы преобразования продуктов метаболического обмена экипажа в исходные компоненты среды обитания по своей физической сущности являются искусственно организованными физико-химическими процессами, требующими подвода потока энергии от источника первичной энергии во внешней среде. Эти процессы односторонние, необратимость их возрастает с увеличением степени отклонения параметров состояния технологических потоков от значений аналогичных параметров в окружающей среде.

Существует строгая причинно-следственная связь между плотностью подводимого потока энергии на проведение технологического процесса, термодинамической движущей силой и количеством диссипированной энергии, определящим нагрузку на СОТР, и массогабаритными характеристиками функционального блока.

Для формирования энергетического критерия эффективности использован инвариант энергии – эксергия, которая является непрерывной термодинамической функцией неравновесного относительно внешней среды состояния. Эксергия характеризует способность рассматриваемого потока (или системы) к энергетическим преобразованиям, определяется параметрами системы и внешней среды и не подчиняется консервативным законам сохранения [2, 3, 4].

Для оценки эффективности и синтеза технологической структуры ИСЖО вводится целевая функция термомассовой оптимизации, в основе которой лежит понятие эксергии.

Показана возможность использования данных понятий в решении однокритериальной задачи выбора альтернативной технологии системы концентрирования диоксида углерода для интегрированной системы жизнеобеспечения межпланетного пилотируемого аппарата.

Список литературы

1. Дружинин В.В., Конторов Д.Р. Вопросы военной системотехники. – М.: Воениздат, 1976.
2. Samsonov N.M., Kurmazenko E.A., Farafonov N.S., Dokunin I.V. A global criterion of efficiency and its use for designing regenerative life support systems for manned spaceflight / Proceedings of European Space Agency, (Special Publi-cation), ESA SP, 1997
3. Kurmazenko E., Korobkov A., Tsygankov A., Kochetkov A. Exergy approach to evaluating the effectiveness of regenerative life – support systems / Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC 66, Space – The Gateway for Mankind's Future, IAC 2015: Space – The Gateway for Mankind's Future" 2015.
4. Luther M.B., Hall T.W. Exergy applied to lunar base design. / 40th intrnational cconference on environmental systems. AIAA Technical Ser. #2010-6107, 2010.

Актуальность применения ветровых энергоустановок для производства энергии

Гогия К.А.
Научный руководитель — доцент Галкина Е.Е.
МАИ, Москва
kostyagogia1605@yandex.ru

Традиционными источниками энергии являются уголь, газ, нефть, но их запасы в природе ограниченны. Кроме того, при их сжигании в атмосферу выделяется углекислый газ, способствующий росту парникового эффекта и глобальному потеплению климата. В последние годы наметилась тенденция роста использования альтернативных (возобновляемых) источников энергии, к которым относятся: солнечные батареи, использующие энергию солнечного света; геотермальные электростанции, использующие энергию недр Земли; ветрогенераторы, использующие энергию ветра; электростанции, использующие энергию приливов.

Недостатком возобновляемых источников энергии является низкая степень концентрации энергии. Но это в значительной степени компенсируется их широким распространением, относительно высокой экологической чистотой и их практической неисчерпаемостью. Энергетика, работающая на альтернативных источниках, использует потоки энергии, уже существующие в окружающем пространстве, перераспределяет их, но не нарушает их общий баланс.

В связи с возможностью истощения традиционных энергетических ресурсов в мире растет использование возобновляемых источников энергии. Так, выработка электроэнергии на ветряных установках ежегодно увеличивается в среднем на 24% в год, полученная от солнечных батарей – на 17%, на геотермальных станциях – на 4%.

Эффективность ветрогенераторов находится в прямой зависимости от скорости ветра и плотности потока воздуха, что значительно ограничивает районы их эффективного использования. Это обстоятельство требует тщательного подхода к выбору мест строительства ветровых электростанции с учетом фактических характеристик местного ветрового режима.

В условиях европейского климата ветровая электростанция может генерировать 12-16 МВт электроэнергии с площади 1 км^2. Ее работа будет характеризоваться следующими показателями: капитальные затраты 1000 Евро/кВт, себестоимость энергии 34 Евро/МВтч, эксплуатационные затраты 5 – 22 Евро/МВт*ч, время работы 2500 – 3000 ч/год. К 2020 году прогнозируется значительное улучшение перечисленных показателей: капитальные затраты уменьшатся в два раза, себестоимость составит 30 Евро/МВт*ч, срок службы увеличится до 120 000 часов. Таким образом, ветровые энергоустановки (ВЭУ) становятся все более конкурентоспособными по отношению к традиционным энергоустановкам.

В России имеется опыт строительства ВЭУ. Наиболее перспективными регионами для строительства являются: морские побережья, степные районы Поволжья, юг европейской части России. Согласно Климатической доктрине России, одной из главных задач государственной политики в области изменения климата является разработка мер по смягчению влияния человеческой деятельности на климат Земли. На решение этой задачи может быть направлено строительство ВЭУ. Наибольший опыт строительства накоплен в европейских странах, необходимо использовать зарубежный опыт и организовывать производство совместно с иностранными компаниями. Крупнейшими производителями ВЭУ являются Vestas (Дания), Sinovel (КНР), GE Energy (США), Goldwind (КНР), Enercon (Германия).

Использование ВЭУ позволит России уменьшить загрязнение атмосферы, снизить выбросы парниковых газов, экономить традиционные ресурсы.

Контроль микробиологической безопасности в условиях межпланетных полётов

Гунькин А.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
andreygunkin@gmail.com

Одна из основных нерешённых проблем, с которыми сталкивается человек в условиях межпланетных космических полётов, – контроль и обеспечение микробиологической безопасности окружающий среды. Это актуально в том числе и для полётов к Луне.

Сегодня, для контроля микробиологической обстановки на борту МКС, пробы с поверхностей гермоотсеков спускают на землю, и уже здесь, в лабораторных условиях, делают посев микроорганизмов. Данный метод позволяет идентифицировать микроорганизмы и оценить количество жизнеспособных или колониеобразующих единиц. Очевидным недостатком являются

спуск пробы и долгое время проведения анализа. Такую методику невозможно использовать в условиях межпланетных перелётов.

Для решения проблемы возможно разработать методику экспресс-анализа и идентификации микроорганизмов в условиях космического полёта.

Большинство белков, из которых состоят плесневые грибы и бактерии, обладают эффектом люминесценции. Каждый из них имеет уникальную частотную характеристику. По набору белков и морфологии биообъекта возможно проводить классификацию, вплоть до вида. Помимо этого, некоторые выделяемые в процессе метаболизма клетки вещества могут быть идентифицированы с помощью фотолюминесцентного или спектрального анализа, что позволит повысить точность идентификации микроорганизма.

Процесс определения числа колониеобразующих единиц возможно автоматизировать: посев пробы производится на питательную среду в контейнер, где некоторое время поддерживаются оптимальные условия для роста микроорганизмов. Процесс роста фиксируется на камеру, способную различать рост элементов, а также их спектрально-частотные характеристики, и передаётся на обработку в ЭВМ. По собранным данным строится кривая динамики роста колоний, по которой определяется начальное содержание микроорганизмов в пробе. По завершении анализа контейнер с биоматериалом инактивируется.

В работе обсуждается возможность разработки прибора по данной методике, позволяющей оперативно проводить мероприятия по обработке потенциальных зон роста опасных микроорганизмов и обеспечить космонавтам комфортные условия окружающей среды.

Применения плесени для защиты от радиации в условиях космоса

Донецкая Е.А.
Научный руководитель — Кабанов А.С.
МАИ, Москва
lena.korzhova97@mail.ru

Обеспечение безопасной жизнедеятельности человека в условиях длительного нахождения во внеземном пространстве относится к приоритетным задачам в освоении космического пространства. Основной проблемой является облучение радиацией, которое при длительном нахождении в космосе способно вызывать разнообразные онкологические заболевания и мутации.

В данной работе рассматривается способ экранирования космического аппарата с помощью плесени Cladosporium sphaerospermum, способной поглощать ионизирующее излучение, при этом увеличивая прирост биомассы.

Основной идеей является то, что данный вид плесени будет самовостанавливаться при повреждениях в условиях космического пространства. Этот вид требует минимума питательных веществ, которые возможно будет обеспечить из отходов жизнедеятельности человека. Поэтому данный тип экранирования имеет преимущество ввиду малой себестоимости, простоты создания и обслуживания.

В перспективе предлагаемый метод экранирования способен решить множество проблем. С точки зрения ракетно-космической отрасли, данное исследование позволит минимизировать воздействие ионизирующего излучения на живые организмы при малых ресурсных затратах.

Литература

Dadachova E., Bryan R.A., Huang X., Moadel T., Schweitzer A.D., Aisen P., Nosanchuk J. D., Casadevall A. "Ionizing Radiation Changes the Electronic Properties of Melanin and Enhances the Growth of Melanized Fungi". PLoS ONE v.2, issue 5, 2007, p. e457.

Сжиженный природный газ как экологически чистое топливо

Доренская В.И.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва
dorenskaya.1997@mail.ru

СПГ – криогенный продукт, получаемый из природного газа путем его очистки и сжижения, с преобладающим содержанием метана, а также небольших количеств этана, пропана, бутана – гексана, гептана – декана, непредельных и циклических углеводородов. Кроме углеводородов, в СПГ могут содержаться азот, двуокись углерода, сероводород и следы воды. Количество метана в природном газе – от 70 до 99 % в зависимости от месторождения.

Сжиженный природный газ — новое альтернативное горючее, эффективнейшее и экологически чистое. В современных ракетно-космических комплексах применяется в паре с жидким кислородом.

По теплотворной способности СПГ примерно в 3,3 раза превосходит нефть, в 4 раза — уголь, в 2,5 раза — природный газ. Водород повсеместно признается горючим будущего.

Внедрение СПГ в ракетно-космическую технику может серьёзно улучшить ситуацию со стоимостью выведения космических аппаратов. СПГ гораздо дешевле сжиженного водорода, удобнее в эксплуатации, его запасы крайне велики (запасы природного газа на территории России – до 60 % литровых запасов), менее пожароопасен. Установки по сжижению природного газа построены на Сахалине в рамках проекта «Сахалин-2»; завод по сжижению природного газа строится на севере Сибири. Такое местоположение производства топлива удобно при запусках с космодрома «Восточный».

СПГ как вид топлива обладает множеством преимуществ перед нефтяными видами топлив: экологически чистое топливо (при сгорании в окружающую среду попадает в 5–10 раз меньше загрязняющих веществ); в 2–3 раза дешевле нефтяных видов топлива; компактное хранение (уменьшается в объеме в 600 раз); не разжижает моторное масло; увеличивается ресурс двигателя в полтора раза; уменьшается износ цилиндропоршневой группы двигателя; безопасный вид топлива (в 2 раза легче воздуха, следовательно, в случае разлива быстро газифицируется и испаряется); в жидком состоянии не горит. Преимущества СПГ перед компримированным природным газом (сжатым): увеличение дальности пробега; отсутствие сосудов и агрегатов, работающих под высоким давлением; низкий удельный показатель массы оборудования к единице перевозимого газа.

В соответствии с требованиями разработчиков ракет-носителей СПГ должен по своим физико-химическим показателям отвечать требованиям ТУ «Газ горючий природный сжиженный. Топливо для ракетной техники», т.е. требованиям, существенно более высоким, чем для СПГ, используемого в качестве горючего для других видов транспорта. Такой продукт можно получать дополнительной очисткой природного газа при его сжижении, например в ректификационной колонне. В дальнейшем следует стремиться к созданию единых технических условий на продукт с целью его использования как для различных отраслей хозяйства страны, так и для ракетно-космической техники.

Список литературы

1. Мутовин Ю.Г. Покрытие пиковых неравномерностей газопотребления сжиженным природным газом. — М.: ВНИИГАЗ, 1988. — 115с.

2. Майорец М., Симонов К. Сжиженный газ – будущее мировой энергетики. — М.: 2013. С. 65-74.

Выбор оптимального метода, технологии и технического средства нейтрализации токсичных компонентов ракетного топлива в районах эксплуатации ракетно-космической техники

Казак А.В.
МАИ, Москва
ann_kazak@mail.ru

Экологическая безопасность использования ракетно-космической техники (РКТ) должна быть обеспечена на всех стадиях и этапах жизненного цикла, как при штатных, так и при аварийных режимах работы и производства изделий.

Анализ современного состояния средств выведения показывает, что существующие ракеты-носители (РН) при возникновении нештатных ситуаций не удовлетворяют требованиям экологической безопасности. Прежде всего это связано с использованием высокотоксичных компонентов ракетного топлива (КРТ), таких, как азотный тетраоксид и несимметричный диметилгидразин, как, например, в РН тяжёлого класса "Протон". Поэтому необходимо уделять особое внимание утилизации и нейтрализации токсичных КРТ в местах производства, при транспортировке, на техническом комплексе, в районах падения отделяющихся частей и на всём протяжении траектории полета РН.

Наиболее целесообразным с точки зрения простоты реализации и стоимости затрат для нейтрализации большого количества высококонцентрированных промстоков гептила является метод термического разложения с применением штатных агрегатов дожига. С помощью этого метода возможно удаление токсичных КРТ и их производных из жидкости, паров, почвы, что делает его универсальным среди прочих. Также термический метод благодаря конструкции камеры сгорания обеспечивает полную нейтрализацию токсичных веществ до предельно допустимых концентраций. Машина с агрегатом дожига является мобильной, что позволяет производить нейтрализацию КРТ в местах падения отделяющихся частей РН. Основываясь на этом, можно сделать вывод, что термический метод отвечает почти всем критериям по выбору оптимального метода нейтрализации токсичных КРТ в районах эксплуатации РКТ.

Влияние вибрационных нагрузок на центрифугу короткого радиуса и методы их купирования

Крунтяева В.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
nic-09@inbox.ru

Любой космический полет связан с таким воздействием на организм человека, как невесомость. Попадая в условия невесомости, человек подвергается следующим основным факторам, которые приводят к перестройке всего организма в новой для него среде обитания: снятие весовой нагрузки с опорно-двигательного аппарата, уменьшение гидростатического давления крови и тканевых жидкостей, возникновение депривации гравитационно-зависимых систем организма. Создание искусственной силы тяжести, которая устраняет сам фактор невесомости, а ее влияние распространяется на весь организм, возможно путем использования центрифуги короткого радиуса действия (ЦКР).

Использование ЦКР планируется в отдельном модуле на борту космического корабля или станции. При создании бортовой ЦКР придется столкнуться с проблемой, связанной с вибрацией, являющейся еще одним фактором космического полета, так как именно вибрация может стать причиной разрушений элементов конструкций центрифуги. Также из-за действия вибрационных нагрузок нарушается протекание процессов в отдельных клетках человека и в организме в целом. В связи с этим обстоятельством необходимо разработать средства купирования вибрационных нагрузок на бортовой ЦКР.

Решение данной проблемы сводится к следующим задачам:

1. Проведение экспериментов по измерению вибрационных нагрузок на ЦКР;
2. Составление математической модели возникновения вибрационных нагрузок при различных режимах вращения ЦКР;
3. Разработка инженерных решений по минимизации вибрационных воздействий на человека.

В докладе обсуждается решение поставленных задач.

Анализ чрезвычайных ситуаций и методы их предотвращения на пожароопасных объектах

Кузнецов И.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калпина Н.Ю.
Московский политехнический университет, Москва
toretoo@mail.ru

Актуальность работы связана с возрастающим потреблением нефтепродуктов, приводящим к увеличению количества пожароопасных объектов, к которым относятся нефтебазы, включающие несколько объектов: насосную, автоналивную, железнодорожную эстакаду, резервуарный парк, заключенный в железобетонный поддон и состоящий из 14 резервуаров вместимостью от 50 до 1000 м^3.

При анализе статистических данных по пожарам на объектах нефтяной промышленности установлено, что наибольшее количество пожаров происходит на распределительных нефтебазах при очистке и ремонте на наземных резервуарах, чаще всего причиной становятся: самовозгорание пирофорных отложений, огневые работы, неосторожное обращение с огнём, поджог. Основными чрезвычайными ситуациями на нефтебазах являются пожар и разлив нефтепродуктов, которые могут быть вызваны как природными процессами (такими как атмосферное электричество), так и пожаром на основных объектах нефтебазы или на соседних объектах.

Нефтепродукты поступают на хранение с температурами от -30 (зимой) до 40°С (летом), при этом температура бензина выше температуры вспышки, в связи с чем была проведена оценка возможности образования горючих концентраций вне аппаратов и емкостей, на примере утечки сальникового уплотнения насоса. Как показал наш расчет, образование местных взрывоопасных концентраций возможно. Распространение пожара происходит через дыхательные клапаны и дыхательные линии резервуаров с нефтепродуктами; при их повреждении — через разливы нефтепродуктов, кабельные линии и туннели для прокладки трубопроводов, дверные, оконные и технологические проемы насосной станции.

Одним из способов защиты аппаратов служат огнепреградители, устанавливаемые на дыхательной арматуре резервуаров. Проверочный расчет таких огнепреградителей показал, что они имеют гасящий диаметр в сотах в соответствующий расчетному (метод Я.Б Зельдовича).

Основной экологической проблемой при хранении нефтепродуктов в резервуарах является загрязнение воздушного бассейна, которое происходит из-за выделения паров нефтепродуктов в процессе «больших» и «малых дыханий» резервуаров, не оборудованных системами улавливания и переработки паров.

Расчет потерь в нефтерезервуарах показал, что из одного РВС-1000 при «малом» дыхании теряется 3,5 т/год, при «большом» дыхании теряется 25,5 т/год. Эти потери носят не только экологический характер, но и экономический.

Нами предложено модернизировать установку пожаротушения на насосной станции путём замены генераторов и пены, что позволит сократить затраты на обслуживание при сохранении эффективности и предотвращение чрезвычайных ситуаций. Также предложены методы локализации разливов: обваливание мест разливов, локализация в ямы-ловушки, локализация разлива засыпкой сорбентами. Выбор технологии ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций зависит от условий конкретного разлива, его объема и типа поверхности, подвергшейся загрязнению.

Таким образом, анализ чрезвычайных ситуаций показал, что основными ЧС на нефтебазе являются пожар и разлив нефтепродуктов, а тенденции по увеличению количества резервуаров и насосных станций в резервуарных парках нефтебаз требуют соответствующего научно-технического подхода в вопросах обеспечения пожарной безопасности процесса и хранения, а также постоянной профилактической работы с использованием современных технологий и методик обследования.

Выбор параметров микроклимата в кабинах рабочих машин

Ларина К.Д.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Сотникова Е.В.
Московский политехнический университет, Москва
larina.kris2015@yandex.ru

При решении проблемы безопасности жизнедеятельности операторов в системе "человек-машина-среда" одним из важнейших аспектов является нормализация микроклимата в кабинах.

Параметры микроклимата служат исходными расчётными данными для выбора типа установки кондиционирования воздуха (УКВ), определения её производительности и режимов работы[1]. Оптимальными микроклиматическими условиями считаются такие сочетания параметров, которые при длительном систематическом воздействии на оператора обеспечивают нормальное функционирование его организма без напряжения реакций терморегуляции.

В помещениях стационарных объектов параметры микроклимата зависят от характера производственной деятельности человека (работа лёгкой, средней тяжести и тяжелая), степени теплонапряженности помещений (со значительными и незначительными теплоизбытками) и других факторов [2]. Однако в части нормирования параметров микроклимата в кабинах рабочих машин недостаточно учитывается специфика объектов. В связи с этим представляется актуальным выявление особенностей деятельности операторов рабочих машин, оценка теплонапряженности их кабин и уточнение требований, предъявляемых к параметрам микроклимата в кабинах.

Параметры микроклимата для рабочих машин следует принимать исходя из расчётных по СНиП 2.04.05-91 климатических условий местности их эксплуатации с учётом теплонапряженности кабин и специфики производственной деятельности оператора. Показано, что по характеризующей теплонапряженность кабин удельной тепловой нагрузке они относятся к категории "горячих цехов", а деятельность оператора соответствует показателю "средней тяжести" с ярко выраженным чередованием его нахождения в кабине и вне её в течение рабочей смены. То есть требования к параметрам микроклимата должны соответствовать уровню "низкий" или "средний" в зависимости от энерговооруженности машин. При этом, наряду с принятым в ГОСТ 12.2.120-88, зависящим от наружной температуры верхним пределом температуры в кабине (28 – 33°С) для исключения теплового шока и простудных заболеваний операторов предложен нижний порог температуры за счёт ограничения величины температурного перепада при максимальном ее значении 8°С по ГОСТ Р 50993-96 и рекомендованной рациональной величине 6°С. Дополнительно к требованию ГОСТ 12.2.120-88 в части нормирования скорости воздуха в кабине не более 1,5 м/с предложено ввести её нижний предел 0,5 м/с в увязке с относительной влажностью и температурой этого воздуха, исходя из принципа эквивалентности совместного воздействия на организм человека сочетаний параметров микроклимата в кабине.

Список литературы
1. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса. — М., 2018.
2. Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю., Иванов К.С. Нормирование антропогенных воздействий на техносферу. Учебное пособие по курсу «Методы и приборы экологического контроля и экологический мониторинг». — М., 2011.

Разработка методики по определению напряженности деятельности летчиков при внешнем воздействии, имитирующем реальный полет

Лизовчук М.В.
Научный руководитель — профессор, д.м.н. Дворников М.В.
МАИ, Москва
vchukmv@rambler.ru

Повышенная физическая и психоэмоциональная нагрузка может привести к дезадаптации функционального состояния оператора и как следствие — к авиационному происшествию. В связи с этим представляется необходимым осуществить контроль функционального состояния и уровней физиологических резервов организмов летчиков во время проведения экспериментальных исследований.

Цель исследования — выявление эффективных критериев оценки уровней адаптации и работоспособности в процессе моделируемой летной деятельности.

В авиационно-космической медицине вопрос оценки функционального состояния связан со своевременным выявлением пограничных состояний, предшествующих развитию патологий. В данной работе под патологией понимается дезадаптация оператора. Функциональное состояние человека может быть адекватно отражено показателями сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системам (в основном симпатический и парасимпатические отделы), так как изменение параметров данных систем объективно отражает физиологическую деятельность человека и тем самым обеспечивается формирование адаптационно-приспособительных реакций организма на меняющиеся внешние воздействия.

Были проведены исследования по оценке психофизиологической напряженности деятельности летчиков высокой квалификации на различных типах ЛА. Выявлены заметные неспецифические физиологические реакции и изменения функционального состояния операторов при внешних воздействиях на них, имитирующих реальный полет с боевым применением. Необходимо выявить те изменения в адаптационной реакции, которые могут привести к дезадаптации летчика во время реального служебного полета. Для определения уровня адаптации и работоспособности оператора необходимо знать корреляционную зависимость величин: психологический тип оператора, текущий психоэмоциональный и функциональный статус. Уровень соматического здоровья берётся за постоянную величину, так как предполагается, что все летчики абсолютно здоровы.

Для определения вышеуказанных составляющих необходимо использовать в методике испытаний по эргономической оценке методические принципы инженерно-психологического анализа операторской деятельности, метод определения особенностей вариабельности сердечного ритма в стрессовых условиях, метод спектрального анализа вариабельности сердечного ритма.

Список литературы
1. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. 2002. Т. 28. №2. С. 70-82.
2. Лустин С.И., Благинин А.А., Зайцев А.В. и др. Возможности оценки функционального состояния операторов методом анализа сердечного ритма // Морской медицинский журнал. 2000. №3. С. 33-38.
3. Парин В.В., Баевский Р.М., Волков Ю.Н., Газенко О.Г. Космическая кардиология. – Л.: Медицина, 1967. – 250 с.

Разработка программы распределения перегрузок при вращении на центрифуге короткого радиуса

Лихачева Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
dilikhacheva@gmail.com

Создание искусственной гравитации с использованием бортовой центрифуги короткого радиуса (ЦКР) было выбрано в качестве фактического варианта, необходимого для профилактических мер длительного пребывания в условиях микрогравитации. Вектор силы тяжести при вращении на центрифуге должен быть направлен вдоль продольной оси тела от головы к ногам, чтобы восстановить гидростатическое кровяное давление, подобное тому, которое испытывает человек в вертикальном положении в условиях гравитации на Земле. Методы математического моделирования на всех этапах разработки переводят этап обработки режимов эксплуатации и совершенствования центрифуги в новую инновационную область исследований.

Применение методов математического моделирования для определения направления движения зависит от центра тяжести тела, ориентации, положения, антропометрических характеристик, скоростей вращения и других начальных и граничных условий, основанных на решении одновременно уравнений векторной алгебры и векторного анализа; позволяет нам определить наиболее перспективное обоснование испытаний и выгодных скоростей вращения.

Основной метод — «Система поддержки принятия решений в неопределенных условиях» — предполагает использование испытательных решений. План математических решений состоит из следующих аспектов:

1. Теория игр. Применение в физиологии весьма ограниченно.
2. Оценка эксперта. Неприменима ввиду резкого расхождения во мнениях экспертов.
3. Используем комбинированный метод при нечеткой исходной информации. Программа распределения перегрузок должна быть согласована с положением человека и его восприятием вращения.

Для оценки эффективности условий перегрузки ЦКР необходимо определить критерии оптимизации различных систем и функций, сформулировать достаточно точные и приемлемые условия, позволяющие использовать математические методы для следующего этапа наземных испытаний центрифуги. Последовательное решение возникающих технических, физиологических, экспериментальных задач, включая поддержку математических методов исследования, позволяет двигаться вперед в освоении данной области космических проблем.

Разработка универсального ложемента для центрифуги короткого радиуса

Лобанов К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
kris23tian@mail.ru

Во время космического полёта человеческий организм длительное время находится в неблагоприятных условиях, из которых важнейшим является невесомость. Адаптация к этой чуждой для человека среде происходит ценой снижения устойчивости организма к привычному воздействию гравитации Земли. Длительное пребывание в условиях невесомости вызывает закономерные изменения: гемодинамики с развитием детренированности сердечно-сосудистой системы и венозного застоя во внутренних органах, опорно-двигательного аппарата и скелетной мускулатуры, гормонального статуса организма, водно-солевого обмена и систем его регуляции, кальциевого метаболизма и минеральной насыщенности костной ткани, системы крови и другие неблагоприятные изменения.

Для осуществления длительных космических полётов большое значение имеют исследования в области профилактики такого отрицательного воздействия невесомости на организм человека, а также разработки средств, позволяющих сохранить резервные возможности его для преодоления воздействия повышенных нагрузок гравитации в дальнейшем.

Разработаны различные тренировочные комплексы процессов и мер демпфирования неблагоприятных факторов космического полёта, но даже имитация притяжения растяжками на беговой дорожке не в полной мере моделирует силу притяжения на Земле. Системы растянутых жгутов передают это воздействие только на опорно- двигательный аппарат.

В ГНЦ РФ ИМБП РАН несколько лет ведутся исследование и разработка центрифуги короткого радиуса — ЦКР. С установкой ЦКР на борту космического аппарата будет получен качественно новый способ тренировки в условиях искусственной силы тяжести. В настоящее время в ИМБП ведутся испытания с тремя съёмными тренажерными блоками: велоэргометр, беговая дорожка и степпер.

На ЦКР в данный момент установлен ложемент, который требует модернизации для более комфортной работы на тренажёре и дальнейших исследований реакций организма человека при вращении.

Космический мусор, как угроза экологической безопасности

Моргунов В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мерзликин И.Н.
МГТУ ГА, Москва
vetaliyau@gmail.com

В 1957 году, 4 октября, Советский Союз запустил первый в мире, искусственный спутник Земли, чем и ознаменовал начало эры освоения космоса. Как в любом фундаментальном научном эксперименте, на некоторые вероятные последствия можно было закрыть глаза. Первый ИСЗ, выполнив свою задачу, 4 января 1958 года сгорел в атмосфере, вторая ступень ракеты-носителя, доставившая спутник на орбиту, совершив 882 оборота вокруг Земли, также сгорела. Все то время, пока ступень находилась на орбите после выполненной ею задачи, ее можно было считать космическим мусором. Это был первый объект, который подходил под это понятие.

Основная проблема космического мусора сегодня заключается в том, что объем его растет в геометрической прогрессии по мере увеличения числа стран, выходящих в космос [1]. За половину века человечество запустила около 7000 спутников, некоторые из которых были военными объектами, несли токсичное топливо и ядерные установки. Падение такого аппарата на поверхность Земли, как и частичное или полное его сгорание в атмосфере, чревато серьёзными экологическими последствиями [2]. Часть спутников работает до сих пор, часть уничтожена, а какие-то продолжают кружить по орбитам, постоянно сталкиваясь друг с другом, увеличивая показатель дисперсности космического мусора.

Космический мусор способен перемещаться со скоростью несколько десятков тысяч километров в час. При такой скорости даже маленькие объекты, размером менее сантиметра, способны нанести непоправимый ущерб действующим аппаратам, в том числе и пилотируемым. История знает случаи столкновения летательного аппарата с космическим мусором. Были ситуации как с частичным повреждением аппаратов, так и с полным разрушением. За наиболее крупными и опасными фрагментами удается следить, рассчитывая их траекторию движения, и в случае возможного столкновения действующий аппарат уводят на другую орбиту. Интересно, что спутники, находящиеся на более высокой, геостационарной орбите, слишком убыточно уводить на низкую орбиту, чтобы они, в конце концов, сгорели в атмосфере, поэтому их, поднимают выше, на «орбиту захоронения», где они могут оставаться веками.

Синдром (Эффект) 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 [3]. Именно этот синдром описывает последствия столкновений объектов космического мусора друг с другом и их разрушения на более мелкие частицы, разлетающиеся по разным орбитам, создавая тем самым большую вероятность очередных столкновений.

Список литературы

1. Вениаминов С.С., ЧервоновА.М. Космический мусор — угроза человечеству. — М.: ИКИ РАН, 2012, ISSN 2075-6836.

2. Феоктистова О.Г., Мерзликин И.Н. Анализ воздействия радиационного излучения на организм и разработка методов защиты от радиационного воздействия в целях повышения безопасности на авиапредприятиях // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2010. № 162. С. 66-69.

3. D. J. Kessler, B. G. Cour-Palais. Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt. // Journal of Geophysical Research, Vol. 83, No. A6, pp. 2637—2646, June 1, 1978.

Мониторинг тихоокеанских мусорных островов с помощью космических аппаратов

Мясникова Э.А., Якурнова К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фетисов А.Г.
МАИ, Москва
shamsutdinova_eleonora@mail.ru

Исследования Земли из космоса приобретают всеобъемлющий характер. К таким исследованиям можно отнести и мониторинг тихоокеанских мусорных островов с помощью космических аппаратов.

Мониторинг позволяет оперативно проводить анализ изменений, происходящих с тихоокеанским мусором во времени и пространстве, выявить катастрофические изменения, которые могут повлечь за собой экологические бедствия, а также решать возникшие задачи на основе полученной информации.

Наблюдение Земли из космоса началось в 1960-е гг. с американских и советских метеорологических спутников серии "Tiros", "ESSA", "Nimbus", "ITOS", "Метеор". За последующие десятилетия информационные возможности и целевое применение космических аппаратов ДЗЗ значительно расширились. На смену метеорологическим ИСЗ пришли спутниковые системы, предназначенные для мониторинга окружающей среды и исследования динамики планетарных процессов, совместно с системами изучения природных ресурсов Земли, такими как "Landsat" (США, запускаются с 1972 г.), "SPOT" (Франция, запускаются с 1986 г.) и "Ресурс" (РФ, запускаются с 1988 г.) и миссиями исследовательских космических аппаратов.

Несмотря на то, что регулярное и долговременное поступление комплексной информации о состоянии водной среды из спутниковых систем является необходимым условием для эффективного решения гидрометеорологических, геофизических, геологических, экологических и других задач, в том числе таких, как контроль деятельности человека в морях и океанах, данной экологической проблеме уделяется мало внимания. Мусорные тихоокеанские острова разрастаются гигантскими темпами. О мусорном острове говорят уже более полувека, но практически никаких действий не принимается. Тем временем наносится невосполнимый урон окружающей среде.

Достоинством космических методов при мониторинге тихоокеанского мусора является большая обзорность, обеспечивающая региональные и глобальные исследования акваторий на обширных площадях.

Необходимо проводить работы в области совершенствования системы наблюдения и контроля над тихоокеанским мусором, работать сообща с учеными разных стран, искать способы очистки водного пространства, готовить высококвалифицированных специалистов для работ по решению экологических проблем.

Список литературы

1. Данилова И.В. Методика пространственного моделирования лесовосстановительной динамики на основе данных дистанционного зондирования: дисс. к.т.н. М., 2014.- 186 с.
2. Бондур В.Г. Предисловие главного редактора журнала «Исследование Земли из космоса» к тематическому выпуску «Океан». 2016. № 1–2. С. 5–6

Роль человеческого фактора в аэрокосмических системах и комплексах

Николаева М.А., Моргунов В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мерзликин И.Н.
МГТУ ГА, Москва
hamaga24@gmail.com

Человеческий фактор — это возможность принятия человеком ошибочных или алогичных решений в конкретных ситуациях [1]. Другими словами, это совокупность социально-экономических способностей человека, степень реализации которых обусловлена мотивацией и отношением человека к процессу трудовой деятельности, его моральной и материальной заинтересованностью в высокопроизводительном труде. Известно, что в перечне причин возникновения чрезвычайных ситуаций человеческий фактор занимает не последнюю позицию.

Рассмотрим возможные поводы для совершения человеком неверных шагов в профессии пилота и космонавта. Ошибочные действия членов экипажа на борту происходят по множеству причин. Основные – это неопытность, самоуверенность, накопленная усталость, хронические заболевания и т.д.

Любая случайная ошибка есть проявление внутренних побуждений человека. Необходимо помнить, что вместе с психическим состоянием, к ошибкам приводят также: усталость, болезни, недостаточная четкость и полнота инструкций, плохие производственные отношения, стресс, материальные и личные трудности, плохие условия труда и несоответствие индивидуальных психологических качеств человека требованиям его профессиональной деятельности [2].

Работа с высокой степенью ответственности в совокупности с личной тревожностью или эмоциональными помехами в деятельности, например активные переживания за результат своего труда или страх за него, дезорганизуют процесс труда и приводят к нарушению функционирования данного процесса. Часто совместно с психологическими нюансами на работоспособное состояние системы негативно воздействуют факторы, проявляющиеся в отдельные периоды трудовой деятельности, влияющие на поведение человека в малые временные промежутки. Это такие факторы, как: неопытность, неосторожность, неуверенность, самоуверенность, утомление, монотонность и неосознанность действий, автоматизация и т.д.

Благодаря современным технологиям и научным достижения существует возможность определять психологическое состояние человека. Все психоэмоциональные составляющие состояния членов экипажа, влияющие на этапы полетов, могут быть выявлены как на этапе медосмотра перед полетом, так и в момент нахождения членов экипажа на своих рабочих местах, путем анализа звуковой и видеоинформации из кабины пилотов.

Учитывать человеческий фактор необходимо, так как ни одно устройство не может с точностью показать какие действия будут совершены человеком. Мы лишь можем предполагать и стараться по возможности оградить «неподходящих» людей от таких, серьезных и ответственных профессий.

Список литературы

1. Ж. Кристеноен, Д. Мейстер, П. Фоули и др. (Gavriel Salvendy). Человеческий фактор. В 6-ти тт. Т. 1. Эргономика — комплексная научно-техническая дисциплина: = Handbook of Human Factors / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. — М.: Мир, 1991. Т. 1. С. 526. — 599.

2. Мерзликин И.Н. Значение профайлинга в современном мире. Технология выявления неконгруэнтности // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2015. № 218 (8). С. 114-116.

Регистрация физиологических показателей в модели операторской деятельности

Нуждина Е.Г.
Научный руководитель — доцент, к.м.н. Швед Д.М.
МАИ, Москва
erlenna_omelia@mail.ru

Рассматриваются регистрация сигнала электрокожного сопротивления для выявления особенностей индивидуальных реакций, нейрофизиологических механизмов когнитивных функций при выполнении профессиональной деятельности в условиях длительного космического полета, а также создание модели операторской деятельности по управлению телеуправляемым планетоходом с интегрированной регистрацией физиологических показателей, в частности электрокожного сопротивления.

В современной авиакосмической медицине и психологии большое внимание уделяется разработке методологии комплексной оценки психофизиологического состояния и качества деятельности специалистов. Осуществить подобные исследования можно только с помощью адекватных моделей, одной из которых является используемая в космическом эксперименте «Пилот-Т» имитационная программа по ручному управлению (облет, причаливание и стыковка) искусственными космическими объектами.

При выполнении имитационной программы для оценки функционального состояния космонавта у него регистрируется ряд физиологических показателей: ЭКГ-сигнал, пульсовая волна, электрокожное сопротивление, дистальная кожная температура мизинца. Кроме того, по окончании выполнения имитационной задачи космонавт проходит когнитивные тесты, направленные на оценку памяти, мышления, переключения внимания, скорости и точности сенсомоторного реагирования.

Проведенные исследования позволят определить систему психофизиологических показателей, позволяющих более эффективно осуществлять прогноз надежности профессиональной деятельности космонавта.

Результаты работы могут сыграть важную роль в связи с перспективой длительных и сверхдлительных пилотируемых полетов, в ходе которых встает вопрос о возможности выполнения космонавтом операций на поверхности объектов Солнечной системы.

Список литературы

1. Бубеев Ю.А., Котровская Т.И., Счастливцева Д.В. Космический эксперимент «Пилот-Т» для оценки надежности работы космонавта. — М.: РФ-ИМБП РАН

2. Боритко Я.С. Копинг-стратегии и стили профессиональной операторской деятельности применительно к отбору в межпланетную экспедицию. М., 2016.

Ортостатическая устойчивость и гемодинамика человека при моделировании воздействия микрогравитации

Пашкова Д.В.
Научный руководитель — д.м.н. Суворов А.В.
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, Москва
dashapashkova1@yandex.ru

Снижение ортостатической устойчивости остается одной из актуальных проблем космической физиологии и медицины. После возвращения на Землю космонавтам требуется определенное время на реадаптацию к условиям гравитации.

Метод «сухой» иммерсии позволяет нам моделировать изменения в организме, происходящие во время космического полета. В проведенных экспериментальных исследованиях приняло участие шесть практически здоровых мужчин, которые в течение трех недель находились в иммерсионной ванне. Исследования были одобрены Комиссией по биомедицинской этике ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

Пассивную ортостатическую пробу выполняли на ортостатическом столе в фоновый период, а также на 7-е и 14-е сутки. После 15-минутного лежания в горизонтальном положении испытателей переводили в вертикальное положение под углом 60°.

С помощью кардиомонитора МПР 6 – 03 (ООО «Тритон – электроникс», Россия) регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое артериальное давление (АДс, АДд), а также рассчитывали параметры центральной гемодинамики: ударный объем сердца (УО) и общее периферическое сопротивление сосудов (ССС).

Сравнительный анализ данных, полученных до начала иммерсии с результатами исследований на 7-е и 14-е сутки пребывания в иммерсионной ванне, убедительно свидетельствует о нарастании изменений в сердечно-сосудистой системе по мере увеличения длительности воздействия микрогравитации. Если в фоновых исследованиях ЧСС возрастала с 67±11 до 86±9 уд. на 1-5 минутах перехода в вертикальное положение, то на 7-е сутки пребывания в условиях иммерсии ЧСС возрастала с 74±8 до 116±15 уд. в минуту. На 14-е сутки имел место еще больший прирост ЧСС с 79±16 до 129±22 уд. в минуту. При этом можно отметить, что повышение ЧСС не заканчивалось на пятой минуте (как в фоне), она продолжала увеличиваться: на 7-е сутки до 123±11 уд. в минуту, а на 14-е — до 140±18 ударов в минуту.

АДс во время ортопробы, выполняемой в фоновый период, сохраняло свою стабильность и практически не изменялось. На 7-е сутки наибольшее повышение АДс отмечали на 5-й минуте ортопробы, когда АДс повысилось со 129±17 до 132±18 мм рт. ст. На 14-е сутки имело место еще большее увеличение АДс со 122±12 до 133±24 мм рт. ст. АДд также имело существенные различия до и во время иммерсии: если до начала иммерсии АДд повышалось с 74±7 до 85±7 мм рт. ст., то на 7-е сутки АДд возрастало с 81±6 до 90±9 мм рт. ст. Вместе с тем, на 14-е сутки мы не отметили еще большего возрастания АДд, наоборот, давление было ближе к исходным фоновым значениям.

Весьма интересным и оказались расчетные данные параметров центральной гемодинамики. Во время ортопробы, выполненной до начала изоляции, УО снижался с 76±24 до 58±12 и 62±20 мл. На 7-е сутки уменьшение УО достигло 47±13 – 51±14 мл, и еще большее снижение выявлено на 14-е сутки воздействия иммерсии, когда УО с 65±18 упал до 37±10. Основное заключение, которое можно сделать по результатам анализа параметра ССС, заключается в том, что он имеет фазность, зависящую от времени пребывания в вертикальном положении.

Таким образом, полученные данные убедительно свидетельствуют, что воздействие микрогравитации оказывает существенное влияние на сердечно-сосудистую систему, в частности на ЧСС, АДс и АДд, связанные с ортостатической устойчивостью, а увеличение продолжительности пребывания в условиях иммерсии сопровождается нарастанием изменений в указанных параметрах.

Фотокаталитическая система удаления вредных примесей в воздухе, предназначенная для использования в ПКА

Попов Д.А.
Научный руководитель — доцент, Васин Ю.А.
МАИ, Москва
Popovdenis97@gmail.com

Проблема обитаемости пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций, под которой понимают обеспечение условий жизни и профессиональной деятельности космонавтов, включает комплекс вопросов физиологического, психологического характера и достаточно обширный

комплекс санитарно-гигиенических условий, формируемых в герметичной кабине космического объекта. Загрязнение воздушной среды пилотируемых космических аппаратов вредными химическими соединениями является неблагоприятным фактором среды обитания. В образцах воздушной среды, доставленных с борта МКС, было идентифицировано до 144 летучих и среднелетучих органических веществ.

В настоящее время на РС МКС для очистки атмосферы от микропримесей применяется система СБМП (сорбционная регенерируемая система).

Система очистки от микропримесей успешно эксплуатировалась на космической станции «МИР» в течение 13 лет, на международной космической станции (МКС) эксплуатируется с момента запуска российского служебного модуля «Звезда». Однако адсорбционно-каталитическая технология имеет некоторые недостатки:

• Неполная очистка атмосферы обитаемых модулей от легких углеводородов и части галогенсодержащих микропримесей, достигающая ≈ 50 %,

• Дополнительные затраты электроэнергии на регенерацию адсорбционных фильтров,

• Возможность отравления катализатора,

• Низкие значения объемных расходов газовой смеси через систему очистки,

• Отсутствие обеззараживания атмосферы от микрофлоры [Л].

Одним из перспективных методов решения этих проблем представляется система очистки от вредных примесей, основанная на методе фотокатализа. В соответствии с концепцией СЖО для освоения дальнего космоса фотокаталистическая система вводится как дополнительное звено очистки воздушной среды.

Фотокатализ определяют как «изменение скорости или возбуждение химических реакций под действием света в присутствии веществ (фотокатализаторов), которые поглощают кванты света и участвуют в химических превращениях участников реакции, многократно вступая с ними в промежуточные взаимодействия и регенерируя свой химический состав после каждого цикла таких взаимодействий». На практике любой фотокаталитический очиститель воздуха включает в себя пористый носитель с нанесенным TiO_2, который облучается светом и через который продувается воздух. Органические молекулы из потока адсорбируются на поверхности фотокатализатора, нанесенного на пористое стекло (фотокаталитический фильтр), и окисляются до углекислого газа и воды под действием света от УФ-лампы.

В работе обосновывается возможность введения перспективной фотокаталитической системы удаления вредных примесей в комплекс средств обеспечения газового состава МКС.

Рассматривается расчет оптимального режима работы фотокаталитических фильтров в герметичных помещениях и орбитальных станций.

Литература

Курмазенко Э.А. и др. Фотокаталитическая система обеззараживания и очистки атмосферы обитаемых модулей космических аппаратов от микропримесей.

Совершенствование установки кондиционирования воздуха водоиспарительного действия

Попова Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Сотникова Е.В.
Московский политехнический университет, Москва
popova.jenea@gmail.com

Одним из ключевых условий обеспечения надёжности функционирования системы «человек-машина» является нормализация теплового состояния оператора с помощью установок кондиционирования воздуха (УКВ). Наиболее простыми УКВ являются адиабатные увлажнители-воздухоохладители прямого действия. Качественное водоиспарительное охлаждение воздуха может быть достигнуто, если в орошаемом слое (насадке) использовать материал, обладающий хорошими показателями по смачиваемости и удержанию влаги, т.е. высокой гигроскопичностью. При этом требуется стабильность структуры орошаемых слоёв, что достигается при использовании в них исходного материала с одинаковыми геометрическими формами, обусловливающими регулярную структуру насадок. При сравнительных испытаниях слоёв из различных материалов, в том числе из пластин мипласта, последние показали худшие результаты по гигроскопичности. Вместе с тем, это изделие заслуживает внимание с точки зрения использования его в транспортных УКВ по следующим причинам:

• Пластины из мипласта являются сепараторами аккумуляторных батарей самоходных машин, и их применение позволит выполнить требование по обеспечению их безаварийного функционирования в условиях тряски и вибрации;

• Водоиспарительная орошаемая насадка регулярной структуры относится к компактным теплообменникам, особенностью которых является высокоразвитая поверхность.;

• Согласно «Экологической концепции» ГОСТ Р 57326-2016/ISO/TR 14062:2002 одним из важнейших требований при создании современных конструкций является унификация путём использования в них освоенных промышленностью изделий, к которым, с точки зрения применения в УКВ кабин, относятся пластины из мипласта.

В связи с изложенным актуальным представляется изучение механизма увлажнения серийных пластин из мипласта и выявление причины их низкой гигроскопичности.

Были установлены причины относительно низкой гигроскопичности насадки и предложено конструктивное решение по устранению этого недостатка путём формирования пакета насадки из спаренных пластин мипласта, обращённых друг к другу ровными сторонами. Выявлены особенности работы насадки при орошении её водой, содержащей растворённые соли. Предложено двухрежимное орошение насадки: основное – фитильное и дополнительное – кратковременное сверху её фронтальной части для удаления оседающих на поверхности воздушных каналов частиц пыли и слоя соли после просушки насадки. При работе в режиме фитильного увлажнения пластин из-за дополнительного расхода теплоты обрабатываемого воздуха на преодоление энергии капиллярной связи влаги расчётная холодопроизводительность аппарата может быть достигнута при уменьшенном расходе испаряющейся воды.

Анализ очистки сточных вод на Центральной станции аэрации (ЦСА) ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»

Сергеев Н.М., Васькова Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.г.н Колесникова Е.В.
РГГМУ, Санкт-Петербург
nikitamark96@gmail.com

Центральная станция аэрации (ЦСА) – самый крупный комплекс канализационных очистных сооружений Санкт-Петербурга. Расположена на искусственном острове Белый в Невской губе. Очистка сточных вод производится на ЦСА механическим, химическим и биологическим методами, а её качество определяется в соответствии с требованиями Хельсинской комиссии (ХЕЛКОМ) по Балтийскому морю. Механическая очистка удаляет из сточных вод волокнистые отбросы, мусор, песок и взвешенные вещества. В результате такой очистки:

• Эффект задержания на первичных отстойниках: по взвешенным веществам – 45-55%; по БПК5 – 30-35%; Объем откачки осадка 2500-5000 $м^3$/сут;

• Осадок первичных отстойников: влажность – 93,5-96,5%; зольность – 30-45%; содержание песка не более 3,5% по сухой части.

Станция предназначена для дозирования сернокислого алюминия ($Al_2(SO_4)^3$) в сточную воду перед первичными отстойниками для химического удаления фосфора фосфатов. Цель применения реагента – снижение нагрузки по фосфору фосфатов на сооружения биологической очистки для обеспечения эффективного удаления фосфора общего из сточных вод и выполнения плановых показателей качества очистки.

Биологическая очистка сточных вод производится посредством активного ила. Активный ил представляет собой биоценоз зоогенных скоплений (колоний) бактерий, дождевых червей и простейших организмов. Основные свойства активного ила:

• Антропогенно-созданная и антропогенно-зависимая экосистема. Отсутствует уровень первичных продуцентов;

• Развивается в условиях высокого содержания кислорода, высокой трофности и значительного антропогенного стрессирования;

• Строго разграниченные функции отдельных популяций и высокая адаптационная способность организмов.

Усложнение биоценоза активного ила – показатель улучшения качества очистки сточных вод. Соответственно, чем более сложноорганизованные живые существа обнаруживаются в очищенной воде, тем качественней проведена очистка.

Показатели, по которым производится оценка качества очистки сточных вод, включают в себя органические вещества (нефтепродукты, АПАВ, фенолы), металлы (железо, алюминий), но

наибольшее внимание уделяется фосфору и азоту, так как именно они являются биогенными элементами и способствуют эвтрофикации Невской губы и всего Финского залива. Поэтому за качеством очистки сточных вод по фосфору и азоту в Балтийское море следит ХЕЛКОМ. Концентрации по этим элементам в очищенных водах находятся ниже установленных Хельсинской комиссией значений и продолжают постепенно снижаться.

По присутствию в воде бактерий группы кишечной палочки (E. Coli) можно судить о качестве и безопасности воды. Если в воде обнаруживаются такие бактерии, то в ней могут находиться возбудители многих инфекционных заболеваний. Для Российской Федерации в соответствии с СанПиНом 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» от 22 июня 2000 года «сточные воды, опасные по эпидемиологическому критерию, могут сбрасываться в водные объекты только после соответствующей очистки и обеззараживания до числа общих колиформных бактерий КОЕ/100 мл ≤ 500. В Рекомендациях ХЕЛКОМ указано, что «в сточных водах наличие колибактерий в фекалиях не должно превышать 1000/100 $см^3$», то есть КОЕ/100 мл ≤ 1000. Невско-ладожским бассейновым водным управлением был сделан проект, в котором была произведена оценка экологической ситуации водных объектов по санитарно-гигиеническим нормативам. Учитывая разработанную градацию, в которой при КОЕ/100 мл > 1000 наступает экологическое бедствие, при КОЕ/100 мл ≤ 1000 – чрезвычайная экологическая ситуация, а относительно удовлетворительная экологическая ситуация достигается при КОЕ/100 мл ≤ 500, Невская губа, по этим оценкам, находится в удовлетворительном экологическом состоянии. Указанные выше градации предназначены для водных объектов в целом, но в сточных водах, где концентрация фекалий очень высока, коли-индекс может достигать значений в КОЕ/100 мл ≥ 1000.

Для обычного человека эвтрофирование Невской губы не является большой проблемой, а опасно загрязнение водных объектов кишечными палочками, т.к. высока вероятность заболеваний при нахождении в такой воде, особенно летом (при жаре кишечные бактерии в воде развиваются очень быстро).

Единственным способом сокращения количества кишечных палочек в Невской губе является обеззараживание ультрафиолетом сточных вод. Такая работа уже проводится, например, на Юго-Западных очистных сооружениях (ЮЗОС).

Список литературы

1. Регламент Центральной станции аэрации ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».
2. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.5.980-00 "2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22 июня 2000 г.)
3. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.vodokanal.spb.ru/

Система автоматического управления освещением в гермообъеме

Скобелев Е.М.
Научный руководитель — доцент, Серпичева Е.В.
МАИ, Москва
Jager0308@mail.ru

Солнечный свет обеспечивает температурные условия, нужные для жизни различных биоценозов и обеспечения подходящих климатических условий на всей Земле.

Характер воздействия при этом различается в зависимости от спектра излучения. По длине волны выделяют:

1. Инфракрасное излучение – 760-2600 (3000) нм
2. Видимое излучение – 400-760 нм
3. Ультрафиолетовое излучение – на поверхности земли – 400-290 нм, на границе с атмосферой 400-100 нм

Чем меньше длина волны, тем больше энергия кванта и тем, соответственно, более выражено биологическое действие данного излучения. Помимо информационной составляющей, основным фактором воздействия света на животных является влияние на биологические ритмы – периодические процессы в организмах живых существ. Важную роль при этом играют циркадианные (циркадные) ритмы – изменения характера и интенсивности биологических процессов с периодом, который приближен к 24 часам. Циркадные ритмы подстраивают все аспекты физиологии организма и его поведение к суточным изменениям окружающей среды, предвосхищают ежедневные изменения в продолжительности светового дня, в доступности пищи, температуре, в поведении живых существ.

Особого внимания заслуживает цикл «бодрствование – сон». Спектр солнечного излучения, попадающего в глаза, различается в зависимости от времени суток, и наш организм имеет соответствующие реакции на эти изменения. Искусственные источники освещения, работающие круглосуточно и не изменяющие своих светотехнических параметров, могут сбивать наши внутренние часы.

Проблема может быть вызвана не только воздействием искусственных источников освещения, но и специфическими условиями естественного освещения, отличными от привычных. Подобная ситуация характерна, например, для МКС, где за одни сутки космонавты встречают рассвет по 15-16 раз, что негативно сказывается на их психологическом состоянии и режиме труда и отдыха.

Для минимизации негативных эффектов, вызываемых такими условиями освещения, разработан комплексный подход:

• Использование светодиодов с регулируемым спектром излучения. Их выбор обусловлен высокой долговечностью, низким энергопотреблением и отсутствием опасных для экипажа веществ, которые могли бы попасть в воздух при механических повреждениях этих ламп

• Установка виртуальных окон. Их применение позволит расширить видимое космонавтами пространство, тем самым снизив негативный эффект пребывания в замкнутом гермообъеме и улучшив общее психологическое состояние космонавтов во время длительной миссии

• Применение программного обеспечения, регулирующего цветовую температуру излучения экранов рабочих и персональных электронных устройств космонавтов

• Сервер, с которым соединены все устройства системы. Позволяет управлять работой отдельных компонентов и поддержать автоматическую регуляцию параметров системы

Применение данного комплекса мер позволит улучшить условия труда и отдыха, что, в свою очередь, повысит производительность труда и снизит риски нештатных ситуаций на борту, а так же окажет положительное воздействие на общее состояние здоровья людей.

Эргономические вопросы проектирования рабочего места оператора в гермообъекте, оборудованного средствами неинвазивного психофизиологического мониторинга

Скрипник Е.М.
Научный руководитель — Дмитрий М.Ш.
МАИ, Москва
skr.elizabeth@gmail.com

Для выполнения задачи по созданию рабочего места оператора в гермообъекте, оборудованного средствами неинвазивного психофизиологического мониторинга, необходимо:

• Рассчитать оптимальную яркость осветительных устройств на месте проведения исследования с учётом требований к эргономике рабочего места оператора.

• Оптимизировать места расположения осветительных приборов и видеокамер с учётом требований программного обеспечения распознавания визуальных образов и требований к эргономике рабочего места оператора.

Влияние стресса на функциональное состояние оператора принято описывать в контексте изменений в физиологических системах организма, на психическом и поведенческом уровнях. Эти параметры доступны объективной регистрации с помощью физиологических проб, количественных показателей выполненной деятельности и психометрии. Однако использование этих методов часто сопряжено с отвлечением оператора от его непосредственных обязанностей, что в условиях повышенной напряжённости крайне нежелательно. В подобной ситуации для измерения психофизиологического состояния оператора используют неинвазивные дистанционные, а в некоторых случаях — автоматизированные способы наблюдения и контроля. Среди этих методов особенно выделяется анализ речи человека-оператора во время рабочих переговоров – как не перегружающий информационные каналы связи и менее энергозатратный.

Речь человека может многое сказать о его эмоциональном, когнитивном и психофизиологическом состоянии, а также о ситуации, в которую тот помещён. С этим связано большое количество исследований коммуникации операторов в космосе, работающих в экстремальных условиях на удалённых станциях.

Рассматриваемая проблема является актуальной, и ее решение поможет дальнейшему развитию космической отрасли, именно поэтому очень важно правильно спроектировать рабочее место оператора для наблюдения психофизиологического состояния, соблюдая эргономику рабочего места, чтобы осветительные приборы и видеокамеры не раздражали и не ухудшали состояние оператора.

Целесообразность внедрения системы регенерации воды из урины в комплекс систем обеспечения жизнедеятельности российского сегмента Международной космической станции

Харитонов А.К.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
pe4kinproshka@mail.ru

Наличие необходимого количества воды на борту орбитальной станции – непременное условие, обеспечивающее безопасность экипажа при длительных экспедициях. Именно поэтому на российском сегменте МКС постоянно поддерживается аварийный запас воды.

Об автономности орбитальных станций начали задумываться еще со времен планирования первых продолжительных экспедиций. Обеспечить длительное нахождение экипажа на станциях «Салют-1» — «Салют-5» не представлялось возможным из-за ограниченного объема доставляемого с экипажем груза. Одним из способов увеличения длительности пребывания на орбите является отправка транспортных грузовых кораблей, которых тогда еще не существовало. Альтернативным способом является внедрение регенерационных систем различного типа.

Первые идеи о разработке регенерационных систем были высказаны еще К.Э. Циолковским. Советские инженеры развили эти идеи, и в 1974 году на орбитальной космической станции «Салют-4» появилась первая регенерационная система, собирающая и очищающая конденсат атмосферной влаги до состояния питьевой воды. Это событие явилось прорывом, благополучно повлиявшим на увеличение длительности космических экспедиций.

Еще один скачок в развитии отечественной космонавтики — запуск и эксплуатацию орбитальной космической станции «Мир». Станция была оборудована высокотехнологичным комплексом систем жизнеобеспечения. Впервые были установлены системы регенерационного типа, такие как: система получения кислорода «Электрон», система очистки атмосферы от микропримесей «БМП», система удаления углекислого газа «Воздух», система регенерации воды из урины «СРВ-У».

На сегодняшний день, с учетом наличия на борту высокотехнологичного комплекса систем обеспечения жизнедеятельности и с учетом доставки необходимых запасов транспортными грузовыми кораблями, длительность пребывания экипажа на российском сегменте Международной космической станции может составлять полгода.

Система регенерации воды из урины «СРВ-У» дала бесценный инженерный и практический опыт. На основе полученных результатов эксплуатации системы были получены экспериментальные данные и на их основе выполнена как модернизация системы, так и перерасчет затрат на поддержание водного баланса.

Решив задачи по созданию систем регенерационного типа и по доставке запасов с помощью транспортных грузовых кораблей, отечественная космонавтика столкнулась с рядом новых проблем. К ним относится проблема финансирования доставки груза на орбиту кораблями серии «Прогресс». Количество грузовых кораблей, отправляемых к МКС в год, сегодня составляет три вместо четырех. Обеспечить доставку необходимого для экипажа из трех человек количества воды не представляется возможным. Поэтому в 2018 году было принято решение о сокращении экипажа до двух человек.

Благодаря внедрению в комплекс систем жизнеобеспечения российского сегмента перспективной системы регенерации воды из урины «СРВ-У», разработанной для малого лабораторного модуля, повысится замкнутость водообмена на станции, что, в свою очередь, позволит возобновить пребывание и обеспечение водой трех членов экипажа, минуя дополнительную доставку воды с помощью транспортных грузовых кораблей.

Регулирование контурной тепловой трубы и её применение в системе обеспечения теплового режима космических аппаратов

Холяков А.Е., Антонов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Антонов В.А.
МАИ, Москва
leshhol@mail.ru

Обеспечение теплового режима космических аппаратов является сложной теплотехнической задачей. Современные автоматические станции в своих СОТР все шире используют контурные тепловые трубы (КТТ). Контурную тепловую трубу следует рассматривать как очень удачное решение отвода тепла с борта КА, поскольку она позволяет при небольшой массе отводить достаточно большие тепловые потоки: до 1500 Вт для одной КТТ.

Важной задачей проектирования КТТ является регулирование ее производительности. Для этих целей в НПО им. С.А.Лавочкина был разработан регулятор давления, который позволяет направлять поток рабочего тела КТТ либо по основной магистрали через радиационный теплообменник, либо по байпасу. В последнем случае рабочее тело из испарителя по байпасу сразу перенаправляется в компенсационную полость. Регулятор давления может быть доработан с целью повышения точности регулирования КТТ.

При эксплуатации КТТ иногда наблюдается заклинивание регуляторов давления, что снижает надежность применения КТТ на борту КА. Для повышения надежности работы КТТ возникла необходимость доработки конструкции регулятора давления.

Анализ показал, что возможными причинами заклинивания регулятора давления являются: повышенное трение между штоком и корпусом регулятора, а также технологический процесс изготовления, связанный с электроэрозионной обработкой деталей регулятора давления.

Для устранения эпизодически возникающих проблем, связанных с регулятором давления, было предложено выполнить конструкцию регулятора давления с использованием шарнира Гука, убрав соосность штока и клапана, перемещающегося внутри цилиндрического корпуса. Также было принято решение изменить материалы в имеющейся паре трения путем увеличения разницы в твёрдости деталей. Дополнительно решено заменить электроэрозионную обработку деталей их механической обработкой.

В настоящее время доработанный регулятор давления уже изготовлен и подготовлен к проведению испытаний. При успешном проведении ресурсных и тепловакуумных испытаний доработанного регулятора планируется данным регулятором комплектовать все КТТ, применяемые в СОТР КА.

Модернизация схемы утилизации отходов на основе наилучших доступных технологий

Чалов А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Сотникова Е.В.
Московский политехнический университет, Москва
Antjn.ch50@gmail.com

Как и любая отрасль пищевой промышленности, пивоварение сопровождается образованием отходов на протяжении всего технологического процесса. Основная цель работы — рассмотреть технологию производства с точки зрения образования отходов, провести анализ действующей схемы обращения с отходами (в том числе и сточными водами предприятия) и внести предложения по модернизации схемы обращения с отходами в соответствии с законодательными актами и нормативами в области охраны окружающей среды. Анализ проводится проверкой на соответствие действующей схемы на ЗАО «МПК» каталогу наилучших доступных технологий (далее — НДТ), а также сверкой фактических показателей сточных вод с нормативными. Необходимость соответствия НДТ обусловлена вступлением в силу федерального закона от 21 июля 2014 г. № 219-ЗФ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Предлагаемая модернизация направлена на повышение эффективности методик утилизации, в том числе увеличение доли переработки отходов. Современным решением данных задач является: раздельный сбор, переработка отходов, современные методы очистки сточных вод с возможностью получения вторичного сырья. Переработка собранных отходов на месте позволит сэкономить время и финансовые затраты на транспортировку на другие предприятия, а также позволит получить вторичное сырье, пригодное для продажи. Раздельный сбор позволит сэкономить время и энергозатраты на сепарацию отходов. Применение новейших технологий очистки сточных вод с применением анаэробных методов очистки обеспечит достижение качества вод нормативных значений, что особенно важно, т.к. сброс сточных вод осуществляется в р. Яуза. Также при применении анаэробных установок продуктом очистки сточных вод является биогаз. Осуществляя сбор и эксплуатацию газоперерабатывающих установок, предприятие сможет получить экономическую выгоду от снижения потребления электроэнергии. Стоит отметить, что приведенная схема актуальна не только для данного предприятия. Подобные установки возможно применять на предприятиях, которые образуют сточные воды с высокой концентрацией органических загрязнений (БПКп > 4-5г/л).

Таким образом, модернизированная схема утилизации отходов позволит использовать больше вторичных ресурсов и снизить нагрузку на окружающую среду.

Применение растений в биотехнической системе обеспечения жизнедеятельности. Рентабельность создания космической оранжереи. Роль растений в терраформировании планет

Черемушкин Г.А.
Научный руководитель — к.т.н. Белявский А.Е.
МАИ, Москва
egor.cheremushkin@mail.ru

Одной из важнейших научно-технических и медико-биологических проблем, связанных с освоением человечеством космического пространства, является проблема создания и поддержания оптимальных условий жизнедеятельности человека на протяжении всего космического полета или пребывания на другой планете.

Одним из путей решения данной проблемы считается применение биотехнических систем обеспечения жизнедеятельности. Системы жизнеобеспечения на основе биологического круговорота веществ по сути являются редуцированными копиями биосферы Земли, т.е. они включают в себя различные живые организмы, которые выполняют в системе ту или иную функцию и являются неотъемлемой частью этой системы, которая, в свою очередь, функционирует как единое целое.

Применение растений на борту позволяет создать положительный психологический эффект для экипажа, разнообразить их деятельность в условиях длительного нахождения в ограниченном пространстве.

На данный момент планируется также создание модулей космических оранжерей при реализации лунной программы.

Это разнообразие применения растений в космосе влечет предполагает решение следующих задач:

• Оценка возможностей и особенностей создания штатных космических оранжерей для обеспечения космических экипажей пищей растительного происхождения в условиях космического полета и лунной базы

• Анализ влияния неблагоприятных факторов при длительных автономных космических полетах для растений и технологий их культивирования

• Проведение изысканий в области применения растений для терраформирования других планет.

В работе обсуждается решение поставленных задач.

К вопросу модернизации центрифуги для исследования жидких сред человека на борту

Шевелёва А.А.
Научный руководитель — Васин Ю.А.
МАИ, Москва
astshevelyova@gmail.com

К числу важнейших задач медицинского контроля за состоянием здоровья космонавтов и проведения научных экспериментов в ходе длительных космических экспедиций относится исследование жидких сред человека, для этого необходимо центрифугирование проб на борту.

С целью улучшения получения проб иммунологическими методами, основанными на реакции антиген-антитело (иммуноферментный анализ, сыворотка крови как объект для прямого протеомного профилирования), в ходе исследования была проанализирована научная аппаратура «ПЛАЗМА-03». Исследования проводились на МКС.

По результатам исследований была выявлена недостаточность центрифугирования всего лишь двух шприцов, размещенных в гнездах пенала для комплексных анализов.

В связи с особенностями биологических материалов, подвергающихся анализу, необходимо учитывать скорость центрифугирования для каждого из видов.

Предлагаемое техническое решение – модернизация самой центрифуги, находящейся на борту МКС.

Для решения технической задачи предлагается подробный отчет об изменении некоторых технических характеристик.

Для дальнейших исследований необходимо:

• Сконструировать аппарат не с одним, а с разными роторами. Нужно учитывать, что должны также присутствовать и различные вкладыши. При центрифугировании более двух шприцов или проб должно быть учтено равновесие, однако суммарный разбаланс масс двух образцов может быть 5 г или 5 мл биоматериала;

• Установить ограничение по шуму не более 80 Гц. Это на данный момент на борту значительно превышено;

• Построить математическую модель крутящего момента и сконструировать плечо аппарата.

Имитационное моделирование адсорбционной очистки от микропримесей

Шустров Т.Л.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Курмазенко Э.А.
МАИ, Москва
tistrov@gmail.com

Очистка газовой среды обитаемого герметичного модуля космического летательного аппарата от вредных микропримесей методами физической адсорбции является сложным и многоступенчатым процессом.

Целью данной работы являлось создание имитационной модели, способной учитывать эффективность адсорбционной очистки газовой среды от вредных органических загрязнителей с учетом всех основных механизмов протекания адсорбции.

Существующие методы оценки величины адсорбции вредных микропримесей чаще всего опираются на сильные стороны используемых адсорбентов, при этом внимание акцентируется, например, на объеме поглощаемых веществ микропорами для микропористых сорбентов, иные механизмы протекания физической адсорбции опускаются.

Модель учитывает:

1) избыточную адсорбцию — при помощи уравнения адсорбции Гиббса;

2) мономолекулярную адсорбцию одно- и многокомпонентных смесей — по уравнению и изотерме Ленгмюра;

3) диссоциативную адсорбцию одно- и многокомпонентных смесей — по уравнению и изотерме Ленгмюра;

4) полимолекулярную адсорбцию — с опорой на основное уравнение и изотермы БЭТ;

5) капиллярную конденсацию микропримесей в макро- и мезопорах адсорбента при учете показателей растворимости веществ в конденсате жидкости;

6) объемное заполнение микропор — в соответствии с теорией объемного заполнения микропор и уравнением Дубинина—Радушкевича.

Модель создавалась с возможностью проведения имитации для наиболее токсичных веществ всех основных источников микропримесей обитаемого герметичного модуля: продукты метаболических реакций, продукты эмиссии неметаллических композиционных материалов, выделения в атмосферу химических соединений в результате штатного функционирования бортовых систем. В работе продемонстрированы особенности процесса протекания физической адсорбции углеводородных микропримесей в разных типах пор (макро-,мезо-,микро-) на представителях всех известных групп промышленных адсорбентов, применяемых в настоящий момент, а именно: активные угли, силикагели, цеолиты. Проведены экспериментальные подтверждения теоретических расчетов на примере изучения адсорбции ряда органических веществ, включенных как обязательные к очистке по ГОСТ Р 50804-95 на активных углях ФАС, ФАС-К и ВСА-1. Отмечается важность всестороннего анализа процессов сорбции в связи с существенными расхождениями (до 30 %) величин итоговой емкости адсорбента по ряду веществ (кумол, толуол) при частных (например, только по микропорам) и суммарных расчетах.

Проблема и методы устранения космического мусора

Юрасова Д.С.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва
daryayurasova@mail.ru

Чем дальше человечество осваивает космическое пространство, тем острее проблема загрязнения космической среды. Полмиллиона обломков космического мусора летает на земной орбите.

Столкнувшись со спутником, космический мусор либо повредит его, либо полностью уничтожит. Отразится это и на Земле — могут пострадать GPS, мобильная связь, интернет. Сегодня приходится регулярно «отклонять» спутники от столкновения с опасными для их работы обломками. Это ведет к затрате запасов топлива, уменьшению срока службы спутников.

Космический мусор представляет экологическую проблему для Земли и огромную опасность для населения. Иногда на Землю «возвращаются» части ракет с топливом, в местах их падения происходит резкое проникновение ракетного топлива, т.е. несимметричного диметилгидразина и его производных, в почву.

Экономически оптимальных методов очистки космоса от мусора пока не найдено, поэтому основное внимание в ближайшем будущем должно быть сосредоточено на мерах контроля, предупреждения появления мусора: ликвидация орбитальных взрывов, сопровождающих полет технологических элементов; увод отработавших ресурс космических аппаратов, спутников на орбиты захоронения; торможение в атмосфере.

Список литературы

1. Реферат – Экологическая опасность космической деятельности – файл n1.doc
http://bib.convdocs.org/v21136/?download=file
2. Подсекция "Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия"
http://edu.secna.ru/media/f/ofigig_tez_2015.pdf
3. Глобальные экологические проблемы современности
http://referatcollection.ru/12872.html
4. Курсовая на тему Глобальные экологические проблемы современности 2
http://coolreferat.com/303512
5. Курсовая работа: Глобальные экологические проблемы современности
http://www.bestreferat.ru/files/70/bestreferat-110570.docx
6. Космический мусор
https://ru.wikipedia.org/wiki?curid=39649
7. Методы уборки и уничтожения космического мусора
http://lektsii.org/9-67147.html

Секция №5.6 Эксплуатация и безопасность аэрокосмических систем и комплексов

Борьба с космическим мусором

Агаджанов В.А.
МАИ, Москва
Vya4eslav05@yandex.ru

Большую угрозу для космонавтов и космических аппаратов представляет космический мусор: это либо рукотворными объекты (например, отработанные ступени ракет, обломки космических кораблей или оборудования, старые непригодные спутники и даже небольшие пятна краски), либо естественные (космические камни, лед и пыль). Проблема с космическим мусором заключается в том, что он опасен, в случае столкновения, и для космического корабля, и для космонавта, выходящего в открытый космос. Уже используются некоторые методы борьбы с мусором. Во-первых, старые спутники начинают выводить с орбиты; они должны полностью сгорать в атмосфере или упасть в незаселенных районах. Однако для некоторых спутников, например для телескопа "Хаббл", нет планов по выводу с орбиты.

Другое решение — экранирование космических кораблей и станций. Например, МКС является самой укрепленной средой обитания в космосе. К сожалению, не все части космической станции, такие как солнечные панели и окна, могут быть защищены; практически не имеют защиты от космического мусора и скафандры.

В работе предлагается несколько путей решения проблемы: 1) Поскольку для космического корабля экономически не целесообразно собирать все куски космического мусора, возможно применение лазера, который мог бы сжигать или перенаправлять космический мусор обратно на Землю. Этот лазер, вероятно, наиболее легко установить на Международной космической станции, так как ему понадобится огромный запас энергии. Ввиду того, что лазером только большие объекты могут быть обнаружены и перенаправлены, это решение ограниченно. 2)Вместо того, чтобы выбрасывать мусор в открытый космос, как это недавно было сделано на МКС, можно использовать отходы для создания огромных мусорных свалок орбиты вокруг космической станции для дополнительного экранирования. Кроме того, эти свалки будут являться местами хранения ресурсов, которые будущие космические миссии могли бы использовать в случае необходимости.

Разработка программного комплекса для расчета глубины зоны поражения компонентами ракетного топлива при возникновении нештатной ситуации в процессе эксплуатации РКН

Алексеева Н.Н.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
ccg-gus@mail.ru

Осенью 2017 г. на космодроме Восточный состоялся второй запуск РН «Союз-2.1б» с разгонным блоком «Фрегат». Запуск считается неудачным, так как полезная нагрузка была потеряна. К аварийной ситуации привела нештатная работа разгонного блока после его отделения от ракеты-носителя. Поэтому оценка возможных последствий при возникновении нештатных ситуаций в ходе наземной подготовки и эксплуатации РБ «Фрегат» и блока выведения «Волга» является актуальной.

РБ «Фрегат» и блок выведения «Волга» используют токсичные компоненты топлива, такие как несимметричный диметилгидразин (НДМГ), 1750 кг – на РБ «Фрегат» и 318 кг в блоке выведения «Волга» и азотный тетраоксид (АТ), 3600 кг– на РБ «Фрегат» и 582 кг в блоке выведения «Волга». Поскольку габариты разгонного блока «Фрегат» (и соответственно масса заправки) больше габаритов блока выведения «Волга», то оценки, полученные для разгонного блока «Фрегат», можно распространить и на блок выведения «Волга».

В ходе выполнения работы произведен анализ климатических факторов (скорости ветра и температуры), влияющих на глубину зоны поражения в ближайшем к космодрому Восточный городу Циолковский.

Произведен расчет последствий возможных нештатных ситуаций и аварий при подготовке РБ «Фрегат». Для анализа радиусов зон возможного поражения технического персонала необходимо учесть ряд факторов: степень вертикальной устойчивости атмосферы, скорость ветра, тип местности, время испарения, температуру воздуха, физико-химические свойства компонентов топлива и др.

Расчет зон опасного поражения технического персонала при раздельных проливах НДМГ и АТ полной массы заправки производился в соответствии с методическими рекомендациями: « РД 52.04.253 – 90».

Разработан алгоритм проведения расчетов, который позволит провести расчеты и оценить последствия при возникновении нештатных ситуаций. В алгоритме ведется сравнение результатов расчета, полученных при использовании данной модели, с результатами, полученными при проведении ОВОС Космодрома Восточный. Алгоритм лег в основу программы, которая на данный момент реализована в Excele. В дальнейшем после идентификации и оценки адекватности модели она будет переведена в пакет Matlab. В качестве входных данных модель использует:

1. Время года: весна, лето, осень, зима;
2. Скорость ветра;
3. Степень вертикальной устойчивости атмосферы: инверсия, изотермия, конвекция;
4. Время, прошедшее после аварии: 1 час, 10 часов, 24 часа;
5. Компоненты топлива: НДМГ, АТ;
6. Масса компонентов топлива.

Разработка анимационной модели реактивного пенетратора «Гром-203»

Антониу Д.А., Дубинский А.А., Каскинбаев А.Ф.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
danil-moscow@mail.ru

Одним из важных элементов разработки реактивного пенетратора является проведение его поверочного расчета. В качестве исследуемого объекта был взят разработанный авторами реактивный пенетратор «Гром-203» с целью изучения процесса внедрения РП «Гром-203» в грунт. На основе результатов исследований была разработана анимационная модель проникновения и движения РП в грунте с целью лучшего понимания его поведения и функционирования.

В ходе построения анимационной модели были учтены параметры внешней баллистики реактивного пенетратора «Гром-203», а в качестве образца грунта принят лессовидный суглинок как наиболее благоприятный и часто встречаемый вид грунта для проведения испытаний его характеристики лобового сопротивления и бокового трения. Также была учтена геометрия поверхностей, определенны минимальные параметры толщины стенок различных участков корпуса и прочностные характеристики материалов, из которых он изготовлен. Заданы следующие требования:

• Высокое значение удельного импульса скорости горения топлива
• Низкая стоимость и недифференцируемость, технологичность.

Одной из целей анимационной модели является наглядная демонстрация работы ракетного двигателя твердого топлива (РДТТ) в процессе движения РП на полную глубину.

Анимационная модель позволяет минимизировать затраты ресурсов на этапах предварительных изысканий и в относительно сжатые сроки, а также продемонстрировать работу реактивного пенетратора и его отдельных элементов, находящихся внутри, влияние внешних факторов на траекторию движения.

Устройство неразрушающего контроля элементов остекления кабин воздушных судов

Астахов М.О.
Научный руководитель — к.т.н. Павлов П.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
pavlov.pave@yandex.ru

По данным службы безопасности полетов ВКС МО РФ, продолжает увеличиваться число авиационных инцидентов и происшествий по причине разрушения остекления кабин воздушных судов в полете.

В работах [1,2] установлены основные причины снижения прочности элементов остекления от возникновения поверхностных дефектов типа «серебро», что позволило снять ряд вопросов по продлению календарных сроков службы деталей остекления кабин самолетов. Установлена критическая глубина деструктивного слоя поверхностей остекления из органического слоя, при которой достигается наименьшая прочность [3,4], а также разработаны методики и способы ремонта и продления ресурса авиационного остекления. Однако существующие устройства диагностики остекления построены на принципах оптико-визуального контроля, что не позволяет с высокой

достоверностью оценить глубину очагов дефектов типа «серебро» и тем самым установить и спрогнозировать предотказное состояние.

Для повышения достоверности результатов неразрушающего контроля элементов остекления кабин воздушных судов разработан макет экспериментального портативного спекл-лазерного дефектоскопа, который был опробован на этапе дефектоскопического контроля элементов остекления кабины самолета МиГ-31. Установлено, что параметры регистрируемых спекл-картин при отражении когерентного (лазерного) излучения от участка поверхности остекления с дефектами типа «серебро» намного меньше, чем параметры спекл-картин, зарегистрированных от участка остекления, не имеющего данный тип дефекта [5]. Таким образом, данное устройство позволяет в полевых условиях осуществлять экспресс-контроль технического состояния элементов остекления кабин воздушных судов и установить его состояние, при котором требуется шлифовка с целью восстановления работоспособности.

Список литературы

1. Мекалина И. В., Айзатулина М. К., Сентюрин Е. Г., Попов А. А. Особенности влияния атмосферных факторов на авиационные органические стекла // Труды ВИАМ. 2018. №11.

2. Балашов А.А., Акользин С.В., Комаров В.Г. Ускоренные испытания деталей остекления из фтороорганического стекла воздушных судов в условиях субтропического и жаркого тропического климата // Сб. научных статей Всероссийской НПК «Проблемы эксплуатации авиационной техники в современных условиях». 24-25 ноября 2016 года. — Люберцы, ЦНИИИ ВВС. С. 241 – 245.

3. Сентюрин Е. Г., Мекалина И. В., Айзатулина М. К., Орлова И. В. Полирование и шлифование – эффективные методы повышения «серебростойкости» и оптических характеристик оргстекол при изготовлении и продлении ресурса авиационного остекления в эксплуатации (обзор) // Труды ВИАМ. 2018. №10.

4. Акользин С.В., Фролков А.И. Восстановление работоспособности теплостойкого авиационного остекления при ремонте и в эксплуатации // Авиационная промышленность. 2014. №1. С. 41 – 44.

5. Павлов П.В., Вольф И.Э., Москвин Н.В. Применение метода спекл-структур оптического излучения в задачах неразрушающего контроля // Воздушно-космические силы. Теория и практика №6 (6). 2018. С. 112 – 122.

Исследование возможности повышения безопасности работы персонала на системах заправки высококонцентрированным пероксидом водорода

Батиков А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
sanek_batikov@mail.ru

Деятельность, связанная с взаимодействием с компонентами ракетного топлива, является потенциально опасной. Особенно опасна работа с нестабильными компонентами, например с такими, как высококонцентрированный пероксид водорода (далее – ВПВ).

ВПВ является веществом, которое разлагается с выделением большого количества энергии (экзотермическая реакция), поэтому вопрос контроля параметров ВПВ при осуществлении заправки, хранения и транспортировки, а также проливке коммуникаций является актуальным.

В настоящее время контроль температуры ВПВ при заправке ведется в основном «наощупь», что с точки зрения безопасности недопустимо. Есть и технические средства, но они не могут обеспечить полный контроль параметров, учитывая то, с какой частотой они расположены вдоль заправочных коммуникаций.

В работе рассмотрены методы обеспечения безопасности персонала, применяемые в настоящее время, сформулированы предложения по увеличению безопасности эксплуатирующего персонала при работе с ВПВ на СК:

• Использование датчиков температуры при расположении их по всей длине заправочных коммуникаций с требуемым шагом;

• Применение термохромных покрытий, обеспечивающих визуальный контроль.

В подтверждение выводов данной научно-исследовательской работы был проведен расчет времени, за которое температура коммуникаций достигнет критического значения, и установлено, что размещение датчиков на внешней части трубопроводов, а также их покраска термохромной краской не эффективны. Соответственно необходим непосредственный контакт чувствительных элементов термопреобразователей, то есть размещение их внутри коммуникаций.

Исследование методов экспериментального моделирования тепловых нагрузок на поверхность космического аппарата с помощью инфракрасных излучающих систем

Вершинин В.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Колесников А.В.
МАИ, Алматы, Казахстан
vyacheslav.vershinin@list.ru

В космической технике нашли широкое применение инфракрасным излучателям, которые используются в тепловакуумных установках. В статье рассматривается метод и применение модернизированных инфракрасных излучающих систем, которые позволят не только с экономить средства, но и увеличить ресурс выпускаемых КА.

Проверка и отладка КА и его бортовых систем в наземных условиях позволяет существенно повысить надежность полета. Для исследования поведения КА в предполагаемых условиях эксплуатации создаются специальные установки, моделирующие условия космической среды.

Особо жесткие требования предъявляются к стабильности тепловых режимов космического аппарата. В нестабильных условиях космоса перепады нагрузочных переменных температур вызывают перегрузки как на поверхности и внутри КА, которые, в свою очередь, оказывают пагубное влияние на движущиеся механические детали, так и на бортовую радиоэлектронную аппаратуру. Особое внимание уделяется скафандрам, системам жизнеобеспечения МКС и пилотируемым кораблям.

Для увеличения ресурса космического аппарата необходимо максимально приблизить все возможные имитаторы и стенды к натурным условия космоса. Жесткое ограничение по весу КА заставляет инженеров и конструкторов делать системы терморегулирования без запасов хладо-теплопроизводительности.

В связи с модернизацией стендов и оборудования рассматривается обновление тепловакуумного стенда с целью повышения производительности и улучшения качества его имитационных свойств. За основу взят инфракрасный излучатель модульного типа.

Отличия модульного ИК-излучателя от стационарного:

Модульный – компактность, низкая стоимость, высокий коэффициент теплопередач, меньше энергозатрат, проникновение теплового излучения в затемненных местах рельефа корпуса КА; минусы — ресурс сокращается, количество модулей увеличивается и ламп соответственно больше.

Стационарный – ресурс немного больше, количество ламп меньше, высокий коэффициент теплопередач; минусы —энергозатраты больше, слабее проникновение теплового излучения в затемненных местах рельефа корпуса КА.

Метод моделирования тепловакуумного режима КА:

1. Максимальная имитация факторов космоса, воздействующих на полноразмерный КА.
2. Моделирование результатов тепловых потоков на поверхности К А.
3. Воспроизведение температурных условий на поверхности КА.
4. Обширное моделирование КА вместе с воспроизведением максимальных условий окружающей среды.
5. Моделирование с изменением окружающих условий.
6. Математическое моделирование теплообмена КА с окружающей средой.

Вышеописанные методы моделирования в основном различаются способом отвода или подвода тепла и степенью точности, применяемой экспериментальными КА. Для того чтобы подобрать определенный метод, надо рассмотреть конкретную конструкцию КА. Для более подробного анализа вышеуказанных методов, а также в целях систематизации требований, предъявляемых к тепловакуумным имитаторам, целесообразно классифицировать КА, для которых условия, нацеленные на точность имитаторов, схожие.

Данная методика позволит, в том числе, сократить время испытаний, увеличить максимальную тепловакуумную нагрузку на КА, тем самым улучшить результаты стендовых испытаний, для корректной работоспособности КА.

Литература

Моделирование тепловых режимов космического аппарата и окружающей его среды / Под ред. акад. Г. И. Петрова. – М.: Машиностроение, 1971. - 380 с.

Спутник-уборщик космического мусора

Гапанькова Е.С., Кузавлева В.Ю., Егорова А.В.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
GapankovaES@mail.ru

Проблема космического мусора — одна из главных проблем космонавтики. На орбите вокруг Земли вращается около 8 000 тонн мусора. Столкновение летательных аппаратов с космическим мусором должно быть исключено. На данный момент британские ученые разработали 100-килограммовый спутник RemoveDebris для очистки околоземной орбиты от космического мусора.

Спутник-уборщик уже прошел свои первые испытания. Первым этапом была ловля небольших спутников, которые имитировали вышедшие из строя устройства на орбите. RemoveDebris с помощью специальных сетей поймал и стянул мусор, а затем отправил его сгорать в атмосфере. Вторым этапом был захват макета космического мусора с помощью гарпуна. Гарпун служит для ловли обломков (размером 10*10 сантиметров), радиус его действия до 1,5 метров. В момент столкновения с целью гарпун выпускает несколько шипов, которые предназначены для более надежного захвата. Дальнейшие этапы испытания: отработка технологии навигации с использованием в качестве ориентира спутника, который имитирует космический мусор; сведение КА RemoveDebris с орбиты при помощи паруса.

В 2020 году планируется вывести аналогичный спутник-уборщик для захвата отработавшего спутника Envisat.

Может быть, совсем скоро около Земли будет работать целая система из спутников, похожих на RemoveDebris.

Список литературы

1. RemoveDebris Mission.
2. Спутник технологический. RemoveDEBRIS.

Совершенствование системы охраны склада ракетного вооружения и боеприпасов с применением радиолокационных систем

Гатилов Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванов Н.Г.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
DenGatilov1997@yandex.ru

Особую опасность для объектов Вооруженных сил Российской Федерации представляют возможные несанкционированные действия нарушителей: террористов, диверсантов, преступников, экстремистов. Результаты их действий не предсказуемы: от хищения имущества до создания чрезвычайной ситуации на объекте (пожар, разрушение, затопление, авария и т.п.). В силу этого происходит ужесточение требований к охране объектов ВС РФ.

Объектом авиационной части, охрана которого критически важна, является служба авиационного вооружения. Охрана объектов службы является важнейшим мероприятием по поддержанию живучести и обеспечению боевой деятельности части [1]. Возможные результаты несанкционированного доступа к объектам службы (в особенности к складу ракетного вооружения и боеприпасов) с целью нанесения им ущерба значительно подорвут боевой потенциал авиационной части. Последствия диверсионных действий могут быть крайне плачевны – от уничтожения авиационной техники, инфраструктуры и материальных средств до гибели личного состава.

Существующая система охраны объектов ВС РФ заключается в организации несения караульной службы с использованием в комплексе технических средств охраны. Глобально путями повышения эффективности охраны являются: улучшение качества подготовки личного состава, привлекаемого к несению караульной службы; улучшение параметров назначения, ТТХ технических средств охраны; обеспечение устойчивости технических средств охраны к внешним воздействующим факторам.

Применение технических средств охраны (ТСО) позволяет свести к минимуму влияние человеческого фактора на результативность охраны. Организация охраны с помощью ТСО значительно надежнее, именно поэтому большое внимание в системе охраны должно уделяться ТСО на основе последних научных достижений, информационных и коммуникационных технологий.

Требования руководящих документов демонстрируют необходимость выполнения значительного ряда работ и мероприятий для оснащения склада РВ и Б достаточно дорогостоящими техническими средствами охраны [2], да и эффект от использования этих технических средств охраны сомнителен в

условиях охраны склада РВ и Б. При несанкционированном проникновении на объект данные типы ТСО смогут лишь подать сигнал караулу о преодолении зоны обнаружения, но не затруднить действия нарушителей. А если учитывать расстояние от склада РВ и Б до караульного помещения, то нарушитель будет способен достичь цели проникновения на объект и скрыться до прибытия резервной группы караула.

Следовательно, охрана больших территорий, таких как склад РВ и Б, требует специального подхода к проектированию технических средств охраны. Традиционные технологии с установкой заграждения и извещателей по периметру становятся крайне дорогими, неэффективными и требует постоянного технического обслуживания комплекса технических средств охраны.

Альтернативой традиционной технологии является применение радиолокационного принципа мониторинга охраняемой территории. Именно использование радиолокационных станций позволит наблюдать за большими открытыми территориями. Такие комплексы уже производятся в России на базе собственных изделий. Наиболее перспективным является радиолокационный комплекс «Радескан», предназначенный для использования в качестве средства наблюдения за важными участками.

Преимуществом использования РЛС является возможность сократить количество личного состава, привлекаемого к несению службы в карауле, до одного человека на пост. Метод охраны, основанный на использовании РЛС «Радескан», значительно повышает эффективность охраны и представляется более выгодным с точки зрения экономической целесообразности.

Список литературы

1. Приказ Министра Обороны Российской Федерации 2014 года №335 «Об организации оснащения объектов Вооруженных Сил Российской Федерации техническими средствами охраны, комплексами технических средств охраны и их эксплуатации»

2. Ю. Гаврилов. Технические средства охраны: Учебное пособие. – М: 12 Главное управление Министерства Обороны Российской Федерации, 2010.

Перспектива эксплуатации ядерных двигателей в ракетно-космической отрасли

Герасименко А.В.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
ger_alex97@mail.ru

В ходе развития космических исследований одной из основных задач являются осуществление пилотируемых полетов на Марс, а также дальние космические полеты. Использование ядерных ракетных двигателей (ЯРД) может обеспечить более быстрый перелет и увеличить дальность полетов. Ядерный ракетный двигатель работает за счет энергии деления атомов.

Принцип работы ЯРД состоит в выделении энергии в процессе деления атомов и использовании ее для нагрева водорода приблизительно до 2400 °C, затем водород проходит через сопло, создавая тягу. Для достижения максимальной температуры водорода на выходе стержни ядерного топлива содержат переменное по длине количество урана, причем чем ближе к «горячему» концу, то есть к соплу, тем меньше делящегося материала. Этот процесс называется «физическим профилированием». Данная схема примерно вдвое эффективнее в сравнении с лучшими химическими ракетными двигателями, используемыми в настоящее время. Прогресс в области технологии может повысить доступность, жизнеспособность и приемлемость ЯРД. Кроме того, существует возможность безопасно испытывать ЯРД в наземных условиях в ходе стендовых испытаний ракетных двигателей.

Что касается пилотируемых полетов на Марс, габариты ЯРД будут в значительной мере определять, насколько быстро энергия деления атомов будет нагревать водородное топливо. Преимуществом является то, что необходимый объем урана, атомы которого будут делиться, очень мал. Потенциал ядерной энергии позволит доставлять космонавтов на Марс быстрее сравнительно с традиционными ракетными двигателями. Таким образом, дальние перелеты смогут занять несколько месяцев. При этом снижаются риски, вызванные воздействием космического излучения, микрогравитациией и других опасных факторов, связанных с длительным космическим путешествием.

Создание ядерных ракетных двигателей будет также способствовать развитию энергетических систем для работы на поверхности, позволяя проводить исследования окружающей среды в любом месте: ядерная энергия может использоваться на Марсе для добывания ресурсов, для жизнеобеспечения, для связи и т.д.

Первое поколение ЯРД станет первым шагом к более продвинутым ядерным двигателям, способным обеспечить перемещение по всей Солнечной системе.

Программный комплекс для оценки рисков, обусловленных воздействием космического мусора на космические аппараты

Григорьев Д.И.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Соболь В.Р.
МАИ, Москва
rockfor440@gmail.com

Одним из результатов космической деятельности стало накопление в околоземном пространстве осколков отработавших ракет-носителей и космических аппаратов (космический мусор). Основным показателем стойкости конструкций является вероятность непробоя (ВНП) их оболочек в течение заданного времени нахождения на орбите. Характеристикой защищённости стенок конструкции является баллистическая предельная зависимость (БПЗ) – зависимость минимального размера частицы, пробивающей защищаемую стенку конструкции, от скорости и от угла соударения [Л].

Для решения задачи оптимального выбора материалов защитных конструкций космических аппаратов разработан аппаратно-программный комплекс «Риск-удар». Целью данного программного комплекса является расчет ВНП и БПЗ для выбранных защитных конструкций.

Структурно комплекс состоит из двух подсистем: расчет ВНП и расчет БПЗ, а также базы данных связывающей их. Комплекс обладает развитым функционалом и позволяет решать следующие задачи:

• Создавать трехмерные геометрические модели КА;
• Импортировать геометрические модели КА сторонних разработчиков;
• Рассчитывать и публиковать вероятности непробоя гермооболочки КА;
• Рассчитывать степень повреждения поверхности КА в результате воздействия ударов частиц;
• Рассчитывать и характеристики БПЗ для ЭЗК всех модулей МКС;
• Конструировать новые защитные конструкции с новыми характеристиками и вносить изменения в алгоритмы расчёта.

Программно комплекс реализован в виде толстого клиента с использованием языков программирования Delphi и C#. Следующий этап развития комплекса – создание тонкого клиента на сервис-ориентированной архитектуре Windows Communication Foundation и перенос всех вычислений на сервер.

Литература

Абашкин Б.И. Буслов Е.П. Мышонков А.К. Семенов В.И. Определение скоростных границ дробления алюминиевой частицы при пробое защитных экранов из различных материалов // Космонавтика и ракетостроение. ЦНИИмаш, 2007. Вып.2 (47). С. 76-83.

Дооснащение МКС противометеоритной защитой в условиях летной эксплуатации

Дацко А.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
am.datsko@yandex.ru

Длительное функционирование пилотируемых объектов немыслимо без организации технического обслуживания их систем, восстановления работоспособности систем и приборов, ремонта вышедших из строя агрегатов. Возможность ремонта в космосе не только снижает затраты на эксплуатацию, но и оказывает положительное воздействие на экипаж. Современной тенденцией является стремление к проведению всех операций по обслуживанию и ремонту МКС непосредственно на рабочей орбите. Принципы, закладываемые в программы ремонтопригодности:

• Ремонтопригодность каждого агрегата и системы в составе орбитального комплекса;
• Создание конструкций, требующих для ремонта на орбите минимума времени квалификации экипажа;
• Минимизация специализированных операций при ремонте систем;
• Отключение системы или агрегата во время проведения ремонтных работ не должно приводить к ухудшению характеристик комплекса в целом.

Усиление противометеоритной защиты служебного модуля РС МКС в условиях летной эксплуатации является сложной инженерной задачей. Условием решения этой задачи является проведение исследования всего объема метеорной опасности.

По результатам оценки, ожидаемое количество ударов метеороидных и техногенных частиц различного размера по поверхности МКС составляет в среднем 1 раз за 71 год, а вероятность пробоя гермооболочки МКС за 15 лет оценивается величиной ≈ 10%.

По результатам проработок утверждена концепция защиты СМ с помощью дополнительных противоосколочных панелей (ДПП), устанавливаемых на орбите на конической части рабочего отсека, наиболее уязвимого для техногенных частиц и теневых экранов (ДПЭ).

Каждая панель ДПП состоит из двух экранов, отстоящих друг от друга на расстояние 60 мм. Первый экран представляет собой панель, состоящую из алюминиевого листа толщиной 1,0 мм; из гофрированного алюминиевого листа толщиной 0,5 мм с шагом гофра 6 мм, углом при вершине 60°. Второй экран состоит из листа стеклотекстолита марки КАСТ-В-1-I ГОСТ 1092-74 толщиной 3 мм; из прошитых вместе шести слоев ткани технической обработки.

Крепление отдельных панелей ДПП проводится космонавтом при внекорабельной деятельности с помощью быстродействующих крепежных устройств.

Установка и применение ДПП предотвращает разгерметизацию см, повреждения дорогостоящего оборудования путем пробоя техногенными частицами; предотвращает от необходимости ремонта и подготовки специальных средств для устранения последствий пробоя. Установка ДПП на служебном модуле повышает общую надежность МКС, таким образом является экономически эффективной.

Исследование возможности применения регулируемых насосов в гидроприводах стартовых комплексов

Дроголова Е.Ю.
Научный руководитель — Мельничук В.Н.
МАИ, Москва
lenadrogolova@mai.ru

В большинстве случаев в гидроприводах, применяемых на стартовых комплексах для РКН, используются нерегулируемые насосы, они меньше подвержены отказам и выходу из строя, а также обладают большей надежностью. Однако нельзя не отметить больший расход энергии в режиме дросселирования потока гидрожидкости в бак системы.

В связи с этим при проектировании и производстве гидроприводов следует уделить особое внимание насосам с регулируемой подачей рабочей жидкости. Регулирование позволяет получить насосы с характеристиками, обеспечивающими снижение потерь, повышение КПД, снижение габаритных размеров, уменьшение металлоемкости насосов, а также защиту гидросистемы в случае выхода из строя предохранительного клапана. Современные регулируемые насосы обладают большими межремонтными ресурсами, что снижает трудозатраты при эксплуатации, а также позволяет использовать менее мощные энергоустановки.

Для выполнения технологии подготовки ракеты к пуску используется подъемно-установочный агрегат. В гидросистеме поворота стрелы агрегата используется аксиально-плунжерный нерегулируемый насос с наклонным блоком A2FO Типа 6 компании Bosch Rexroth. Основным недостатком использования данного типа насоса является то, что в режиме дросселирования, а также во время межоперационных процессов, насос будет продолжать работать с одним и тем же расходом. В случае если магистраль по каким-либо причинам перекроется, а предохранительный клапан выйдет из строя, жидкость будет нагнетаться до того момента, пока не разорвется трубопровод или сам насос.

В насосной установке, входящей в состав гидросистемы поворота стрелы, предлагается использовать аксиально-поршневой регулируемый насос A10VSO Серии 31 компании Bosch Rexroth. Такой насос позволит защитить систему от аварий, предотвращая повышение давления до критических значений, а также снизит потери энергии в режиме дросселирования. Но регулируемый насос обладает и недостатками: высокая стоимость, сложность конструктивной схемы, затрудняющая ремонтные работы и меньшая надежность по сравнению с насосом постоянной мощности.

Важным критерием для замены насоса служит возможность его монтажа в действующие узлы агрегата без существенных изменений конструкции.

В рамках исследования проведен гидравлический расчет, по результатам которого выбран необходимый размер насоса. Произведена адаптация насосной станции под регулируемый насос в программе CAD и на основании этого сделан вывод о возможности применения регулируемого насоса в действующем агрегате без существенных изменений конструкции.

В дальнейшем данная работа может быть применена для рассмотрения принципиальных решений, касающихся замены насосов постоянной мощности на регулируемые насосы в действующих подъемно-транспортных агрегатах.

Разработка реактивного пенетратора с РДТТ для движения в грунте средней плотности

Дубинский А.А., Каскинбаев А.Ф., Антониу Д.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
dubinskij.anton98@mail.ru

В рамках работ по доставке полезного груза на некоторую глубину в грунт авторы разработали реактивный пенетратор «Гром-203».

С целью создания данного изделия было проведено исследование процесса движения реактивного пенетратора в грунте средней плотности. Одним из главных вопросов в разработке изделия являлся выбор силовой установки. Существуют множество видов двигателей, и в зависимости от поставленной задачи эффективнее применять ту или иную силовую установку. Проведенный анализ показывает, что наиболее оптимальным типом двигателя для движения в грунте средней плотности является ракетный двигатель твердого топлива (РДТТ). Такой вид силовой установки обеспечивает оптимальные параметры движения аппарата. Нами была поставлена задача проникновения пенетратора в слои грунта на заданную глубину. Задача была решена подбором наиболее эффективного отношения массы и скорости движения к диаметру аппарата. На основе этих данных спроектированы внутренняя конструкция изделия и его внешний облик. В дальнейшем для его реального применения были определены наиболее оптимальные методы разработки и создания изделия, а именно создание 3D-модели как демонстрационного варианта и для экспериментальной отработки. Помимо этого, была создана анимационная модель проникания изделия в грунт, что позволяет более эффективно на этапе проектирования и тестирования изучать процесс внедрения реактивного аппарата в грунт.

Таким образом, авторами разработан реактивный пенетратор с целью дальнейшего создания тестового образца, который позволяет изучать как его проектные параметры, так и параметры движения в грунте. На основе полученных данных будет возможно внести необходимые изменения для улучшения как самой конструкции реактивного аппарата, так и его тактико-технических характеристик.

Исследование возможных решений по снижению рисков нанесения ущерба стартовому оборудованию при аварии ракеты космического назначения на пусковом столе

Дюстер А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.
МАИ, Москва
S.d-94@mail.ru

К ракетно-космической технике (РКТ) предъявляются высокие требования по надежности и качеству, так как процессы ее создания и эксплуатации относятся к опасным видам человеческой деятельности. Объекты данной отрасли при возникновении аварийных ситуаций способны оказать негативное влияние на окружающую среду и привести к значительному материальному и финансовому ущербу, а также нанести вред жизни и здоровью персонала, эксплуатирующего РКТ, и населения, проживающего в районах, находящихся в опасных зонах. Особенно значителен ущерб в случае взрыва ракет космического назначения на пусковом столе и начальном участке траектории полёта, когда ракета-носитель имеет максимально возможный объём ракетного топлива, взрыв которого способен привести к уничтожению не только ракеты, и полезной нагрузки, но и значительной части оборудования стартового и технического комплекса.

Снижение рисков возникновения подобных ситуаций – актуальная задача не только для отечественной, но и для мировой космической деятельности.

Целью исследования являлось оценивание возможностей по снижению рисков нанесения ущерба стартовому оборудованию при аварии ракеты космического назначения на пусковом столе путем анализа подобных аварийных ситуаций и выявления основных опасных факторов.

В исследовательской работе были выполнены:

• Ретроспективный анализ имевших место аварий ракет космического назначения на стартовых комплексах;

• Выявление основных факторов, представляющих опасность при возникновении аварийных ситуаций;

• Исследование решений по снижению рисков нанесения ущерба оборудованию стартового комплекса при аварийном взрыве;

• Приведение рекомендаций по снижению рисков нанесения ущерба оборудованию стартового комплекса при аварийном взрыве.

В дальнейшем данная работа может быть использована при разработке и модернизации проектов стартовых комплексов в ракетно-космической деятельности.

Эксплуатация космических тел в качестве летательных аппаратов

Евграфов А.Е., Зуев Д.А.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
art.evgr.slek@yandex.ru

Цель работы — теоретическое обоснование возможности создания космической станции во внутренней части астероида для использования его в качестве летательного аппарата для межпланетных и межзвездных путешествий.

В ходе запуска различных аппаратов к планетам Солнечной системы стало понятно, что огромное значение имеют прочность и устойчивость летательного аппарата. Именно такими характеристиками обладают многие астероиды, поэтому внешними стенками космического аппарата будет поверхность астероида. Помимо этого, космические тела имеют собственную скорость вращения, что может стать предпосылкой для создания искусственной гравитации.

Для подобных задач необходима автономная и пригодная для увеличения космическая система, которая может обеспечить стабильный и длительный полет от Солнечной системы в глубокий космос. Предполагается, что такой летательный аппарат с течением времени будет увеличивать обитаемую человеком площадь.

Особенность подобных полётов состоит в том, что вернуть аппарат на Землю для устранения и выявления различных поломок будет невозможно, в отличие от пилотируемых полетов на Луну или Марс. Корабль будет получать все необходимые ресурсы от имеющихся в космическом пространстве источников, в том числе и от других астероидов. Такие ресурсы будут обеспечивать аппарат топливом, энергией и строительным материалом.

Преобразование астероида будет осуществляться следующим образом:

1. Отправка с Земли специального зонда к астероиду, где с помощью самообучаемых систем будет производиться добыча и сортировка нужного сырья для «постройки станции»

2. Использование 3D-принтера для изготовления деталей двигательного комплекса, элементов управления и других систем.

Благодаря таким преобразованиям новый космический аппарат сможет лететь через космическое пространство и выполнять различные задачи. Например, он может выполнять функцию космической станции, которая будет промежуточными пунктом для космических аппаратов, выполняющих дальние полеты. Также на подобных аппаратах может выполняться поиск месторождений и добыча полезных ископаемых, что является актуальной проблемой для человечества, поскольку резерв земных ресурсов ограничен, а их потребление с каждым годом возрастает.

Список литературы

1. alivespace.ru [Электронный ресурс] URL: https://alivespace.ru/asteroid-kak-kosmicheskaya-stantsiya/ (дата обращения: 19.02.2018).

2. hightech.plus [Электронный ресурс] URL: https://hightech.plus/2019/02/11/kosmicheskaya-stanciya-vnutri-asteroida-reshit-mnozhestvo-problem (дата обращения: 19.02.2018).

Принцип моделирования динамического поведения крупногабаритных конструкций солнечных батарей при их раскрытии

Евстигнеев Ф.С., Панков Н.А.
МАИ, Москва
evstigneev.2010@yandex.ru

Процесс проверки работоспособности конструкции солнечных батарей (СБ) космического аппарата (КА) при раскрытии в условиях космоса связан со значительными материальными затратами. Поэтому наземная экспериментальная отработка таких конструкций может проводиться только на последних стадиях их создания, что влечет за собой ряд трудностей по обеспечению полного процесса раскрытия панелей СБ.

Главная проблема наземной экспериментальной отработки — невозможность исключить влияние сил тяжести, а также создать условия космического вакуума. В связи с этим нельзя точно оценить

правильность результатов экспериментов с реальным процессом раскрытия крупногабаритных конструкций СБ на орбите Земли. Поэтому требуется создание критериев, учитывающих влияние стенда экспериментальной отработки на раскрытие СБ.

Для решения данной проблемы необходим метод моделирования динамического процесса раскрытия крупногабаритных конструкций СБ на основе анализа размерности и уравнений движения в лагранжевой форме для получения критериальных уравнений. Данные уравнения строятся на основе параметров элементов конструкции, а именно стержней, шарниров, пружин, а также динамических характеристик при раскрытии конструкции СБ.

Для обеспечения точности расчетов необходимо, чтобы модель и действительная конструкция СБ были геометрически подобны, но при этом допускается различие формы поперечного сечения стержней в соответствии с условием постоянства отношения площади поперечного сечения стержня к квадрату характерного линейного размера. Однако не стоит забывать о подобии модулей и коэффициентов конструкции, иначе полученные данные экспериментов будут сильно отличаться от истинных.

При соблюдении всех этих особенностей, а также правильном выборе материалов и масштабов модели наземная экспериментальная отработка раскрытия крупногабаритных конструкций СБ имитирует реальные условия данного процесса на орбите Земли с погрешностью 4-8%.

Создание искусственной гравитации

Егорова А.В., Шубина М.А., Кузавлева В.Ю.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
Tigranastasiya@mail.ru

Во время длительного пребывания живого организма в невесомости есть риски негативных последствий микрогравитации (невесомости), таких как атрофия мышц, сенсорные, двигательные и вегетативные расстройства, возникновение синдрома космической адаптации.

Ученые считают, что лучшей защитой человека от неблагоприятной для его организма невесомости может стать искусственная гравитация. Впервые представил концепцию создания искусственной гравитации для орбитальных станций и дальних межзвёздных полетов К.Э. Циолковский.

На данный момент уже есть «рабочие» способы создания искусственной гравитации, но все они сталкиваются с рядом проблем, связанных с ограниченностью технических и финансовых возможностей.

Один из самых распространенных способов — создание вращающейся вокруг своей оси станции. Ее идея основывается на принципе эквивалентности силы гравитации и силы инерции. Но это означает, что при недостаточно большом радиусе на разные части живого организма (голова и ноги) полученная гравитация будет действовать по-разному, а при движении человека по станции относительно направления ее вращения возникает эффект Кориолиса, т.е. будут как минимум проблемы с внутренним ухом.

Необходимо правильно сбалансировать частоту вращения и поперечное сечение станции. Высокая частота вращения может обеспечить большую действующую силу, но возникает упомянутый выше эффект Кориолиса, а при достаточном увеличении радиуса и не такой быстрой частоте можно сделать этот эффект не заметным для организма. Но тогда станция должна быть колоссальных размеров. К примеру, чтобы создать гравитацию в 1g, радиус должен быть равен 224м (при частоте 2 оборота в минуту). Этот проект возможен в теоретическом плане, и он переносится в разряд уже инженерных задач.

Модернизация системы электроснабжения технического комплекса космодрома

Желтова Ю.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
julia-zheltova95@yandex.ru

Система электроснабжения космодрома предназначена для приема электроэнергии от внешних и автономных источников электроэнергии, подачи ее по линии электропередач к основным потребителям, преобразования энергии и передачи ее к системам внутреннего электроснабжения ТК и СК и других объектов инфраструктуры.

В данной работе рассматривается один из способов модернизации системы внутреннего электроснабжения технического комплекса космодрома, так как современное прогрессивное развитие электронной базы и систем требует всё больших электрических мощностей, а также предъявляет к системам электропитания всё более серьезные требования по надежности, длительности безотказной эксплуатации, интеллектуальности и экологичности.

Учитывая вышеуказанные факторы, очевидно, что основными точками для модернизации будут являться трансформаторные подстанции, системы бесперебойного и автономного электроснабжения, распределительные устройства, а также системы защиты (в том числе релейной).

Одним из способов улучшения перечисленных объектов является использование электротехнического оборудования производства компании Schneider Electric. Использование на подстанциях силовых трансформаторов Trihal обеспечит объекты космодрома необходимыми мощностями с низким уровнем потерь, источники бесперебойного питания APC, распределительное устройство RM6 и автоматические выключатели Compact NSX поспособствуют повышению надежности всей цепочки электроснабжения в сочетании с эффективными защитными функциями.

Проведение данной модернизации с использованием точно подобранного оборудования Schneider Electric обеспечит потребителей технического комплекса космодрома электрической энергией требуемого качества в установленном количестве.

Оценка индивидуального пожарного риска и разработка мероприятий по повышению пожарной безопасности производственных объектов

Казикян Т.А., Казикян Т.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Графкина М.В.
Московский политехнический университет, Москва
tikotiko999@yandex.ru

Анализ пожарной защиты производственных объектов (к которым относятся и объекты аэрокосмического комплекса) показал, что невозможно полностью исключить возгорания, несмотря на улучшение систем обнаружения и систем оперативного пожаротушения. Согласно данным Главного управления МЧС России, в 2017 году в результате пожаров только в городе Москве (всего зарегистрировано 5098 пожаров, в том числе пожар в НПП "Геофизика-Космос" 4 августа 2017 г.) погибло — 115 чел.; получило травмы — 545 чел.; спасено людей — 1252; эвакуировано людей — 15 130. Анализ этих показателей позволяет судить об эффективности систем противопожарной защиты и эвакуации, тем не менее риск гибели при пожарах велик, поэтому необходимо разрабатывать дополнительные мероприятия по повышению пожароустойчивости конструкции зданий и эффективности систем эвакуации. По нашему мнению, снизить индивидуальные пожарные риски возможно путем многократной оценки риска на этапах проектирования производственных объектов. Целью работы является оценка индивидуального пожарного риска производственных объектов на этапах разработки, реконструкции и перепланировки, с учётом изменяющихся объёмно-планировочных решений для оптимизации управленческих решений по повышению пожарной безопасности.

Основные технические и организационные мероприятия должны быть направлены на предотвращение возгорания, а также на сокращение времени эвакуации людей из помещений, увеличение огнестойкости сооружений. При пожарах происходит разрушение и повреждение строительных конструкций элементов зданий, частей зданий в результате резкого повышения температуры в очаге пожара, которая сильно отличается от условий эксплуатации объекта. Сократить индивидуальные пожарные риски позволит применение дополнительных объёмно- планировочных решений, обеспечивающих ограничение распространения пожара, таких как: установка противопожарных дверей; повышение типа систем пожарной сигнализации, оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей; применение систем противодымной защиты и систем автоматического пожаротушения; устройство дополнительных эвакуационных выходов. Если добавление эвакуационных выходов невозможно, вследствие устаревшей планировки зданий, то прибегают к установке наружных пожарных лестниц, а также к использованию пожарных спасательных рукавов. Для оптимизации принятия управленческих решений по повышению защищенности людей при пожарах нужен многократный расчет изменяющихся рисков от внедрения того или иного мероприятия и сравнение полученных результатов с нормативным значением индивидуального пожарного риска. Такие исследования и эксперименты по перебору параметров и оценке индивидуальных рисков пожарной безопасности в зданиях и сооружениях различных классов функциональной пожарной опасности можно провести с использованием современных

вычислительных средств, например программы Fenix +. При разработке нового проекта, а также при реконструкции и перепланировке в программе Fenix + вводятся следующие данные: класс функциональной пожарной опасности, автоматические установки пожаротушения(АУПТ), автоматические установки пожарной сигнализации(АУПС), системы оповещения и управления эвакуацией(СОУЭ), системы противодымной защиты, дислокация подразделений пожарной охраны, оснащение первичными средствами пожаротушения, устройство аварийных выходов, соответствие путей эвакуации, время нахождения людей в здании. Далее рассчитываются величины индивидуального пожарного риска, строятся регрессионные модели и разрабатываются рекомендации по оптимизации управленческих решений. На завершающем этапе строится окончательная расчетная схема эвакуации с учетом принятых объёмно-планировочных решений, ограждающих конструкций и размещенного оборудования. При моделировании эвакуации используется индивидуально-поточная модель движения людей до выхода из здания в соответствии с приказом МЧС России от 30.06.09 г. № 382. Использование этой программы показало, что в базовой части программы неочевидно влияние вентиляционных систем, поэтому запрошен дополнительный модуль, который учитывает влияние общеобменной вентиляции при расчёте динамики развития пожара и позволяет предусматривать отсекающие клапаны в топологии здания с требуемыми параметрами.

Таким образом, проведение исследования на основе расчетных экспериментов с использованием программы оценки риска позволяет разработать рекомендации по повышению пожароустойчивости конструкций, совершенствованию систем дымоудаления и увеличения времени, необходимого для эвакуации, а также добиться значения индивидуального пожарного риска ниже нормативного.

Литература

Дудин М.А., Графкина М.В. Особенности пожарной защиты технически сложных объектов // Гагаринские чтения – 2018. Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции. — М.: МАИ, 2018. С. 118-119.

Разработка модели реактивного пенетратора «Гром-203» с возможностью ее печати на 3D-принтере

Каскинбаев А.Ф., Антониу Д.А., Дубинский А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
azamat_kaskinbaev@mail.ru

В наше время большую роль в разработке и производстве различных аппаратов и их элементов играют скорость и качество выполнения поставленных задач. Для экономии ресурсов целесообразно выполнять тестовую модель при помощи 3D-принтера, используя средства визуализации. Для демонстрации возможностей 3D-печати в качестве модели был взят реактивный пенетратор для скоростного движения в грунте «Гром-203».

Конструктивно изделие «Гром-203» состоит из следующих основных элементов: головная часть, выполненная в виде конуса; основание сопрягается с цилиндрическим поясом, который соединяет головную часть с корпусом РДТТ; между упорным диском и передним днищем имеется пружина, которая удерживает топливный заряд в момент старта. Переднее днище присоединено к корпусу. К задней части корпуса присоединён сопловой блок из двенадцати сопел, ввёрнутых в заднее днище.

С использованием внутренних инструментов программы Blender была построена 3D-модель на основе разработанной конструкции. Работа с 3D-моделью изделия во многом упрощает этапы разработки за счёт возможности гибко вносить изменения в уже готовую конструкцию, а также благодаря наглядному представлению элементов изделия и при необходимости их размеров, не углубляясь и не тратя время на ознакомление с многочисленными рабочими документами. Возможность изучить построенную модель не только снаружи, но и внутри, рассмотрев при необходимости каждый из элементов по отдельности, позволит обнаружить недостатки конструкции на этапе разработки и оперативно их устранить. Например, при изменении топливного заряда изделия «Гром-203» будет возможно внести необходимые коррективы в конструкцию для сохранения работоспособности всего изделия.

Важным моментом 3D-печати является возможность из компьютерной модели создавать рабочие тестовые образцы. Существуют принтеры, которые позволяют осуществлять печать не только на основе материалов по типу пластика или порошка, но и производят печать металлических изделий. Это даёт возможность быстрее сделать образец для испытаний, не жертвуя качеством изделия и получая более эффективную работу с материалом по сравнению со стандартным производством. В

дальнейшей перспективе есть возможность печати выбранного изделия с целью экспериментальной отработки.

Данный метод разработки конструкции изделия позволит значительно сократить временные, финансовые и материальные затраты, что даёт возможность сделать этап экспериментальной отработки не только выгоднее, но и более информативным.

Мониторинг космического мусора и микрометероидов аппаратурой «Метеор», расположенной на МКА «Аист»

Киселева М.А., Киселева О.А., Антонова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Оделевский В.К.
МАИ, Москва
kiselevamarina2369@gmail.com

С каждым годом концентрация мусора на околоземных орбитах увеличивается. Эта проблема наиболее актуальна в последние годы, так как основные околоземные орбиты из-за своей популярности и удобства использования загрязнены настолько, что появились случаи столкновения работающих аппаратов с обломками отработанных спутников и верхними ступенями ракет. Студентами Самарского университета совместно с «ЦСКБ-Прогресс» был разработан малый космический аппарат (МКА) «Аист», позволяющий проводить исследования по решению проблемы мониторинга космического мусора на околоземной орбите. Аппарат разработан для научных исследований сроком до 3 лет и проведения технологических экспериментов на малогабаритной космической платформе. На наружных панелях расположены солнечные батареи, антенны, датчики научной аппаратуры.

Одной из основных задач этого аппарата является исследование поведения и характера движения микрочастиц, находящихся на орбите. Для ее выполнения на МКА «Аист» используется научная аппаратура «Метеор», измеряющая параметры движения заряженных частиц пыли естественного и искусственного происхождения.

Основную часть аппаратуры «Метеор» составляют 6 многопараметрических датчиков, каждый из которых содержит:

- Датчик температур;
- Датчик электризации;
- Ионизационный датчик;
- Солнечный датчик.

Полученную с датчиков, расположенных на гранях МКА, информацию микрокомпьютер передает в блок коммутаций, а затем сигнал от 6 МТ поступает в бортовой компьютер.

Для эксплуатации и использования МКА был создан наземный комплекс управления «Метеор», научная аппаратура обнаруживает и определяет направление движения микрометероидов в околоземном пространстве, а также обрабатывает сигналы, полученные с многопараметрических датчиков. За время, проведенное на орбите, аппаратурой было зарегистрировано всего 20 соударений микрочастиц с МКА «Аист». В будущем МКА «Аист» подлежит модернизации, но на данном этапе нельзя не отметить перспективность работы в этом направлении. Летные испытания космическая платформа МКА «Аист» весом до 50 кг прошла успешно. Она обеспечивает работу на орбите высотой до 650 км. В дальнейших планах на МКА «Аист» предусмотрена отработка как новых наноматериалов для теплоотражающих и поглощающих покрытий, так и алгоритмов систем управления движением.

Технические преимущества многоразового космического корабля «Федерация»

Киселева О.А.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
olgakiseleva199811@gmail.com

«Федерация» — космический корабль нового поколения, который должен заменить пилотируемые корабли серии «Союз» и «Прогресс». Вывод на орбиту планируется осуществлять на ракете-носителе «Феникс».

Главной особенностью КА «Федерация» будет его многоразовое использование. Важные технологические преимущества: увеличенное (в зависимости от миссии) количество экипажа, в 5 раз увеличена грузоподъемность по сравнению с КА «Союз», возможность работать до 30 суток в

автономном полёте. Принцип стыковки за образец возьмут от «Союза» и модернизируют, снабдят терморегулирующим покрытием «Термалокс», которое поддерживает заданный тепловой баланс и обеспечит электростатическую защиту КА. Двигатель управления обеспечит устойчивый полет в атмосфере. Для посадки космического корабля "Федерация" предполагается использовать парашютную систему, состоящую из трёх куполов с горячим резервированием, оснащенную твердотопливной посадочной двигательной установкой с регулируемой тягой. Эта система способна уменьшать скорость КА. Благодаря тому, что двигатели посадки будут включаться за 50 м, приземление "Федерации" будет значительно мягче.

Космический корабль создают таким образом, что со временем он может быть многократно модернизирован. «Федерация», которая придет на смену «Союзу», обладает широкими преимуществами, которые помогут решить ряд перспективных и принципиально важных задач.

Модернизация ракет-носителей путем улучшения двигателей

Клювак Р.В.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
klyroma@yandex.ru

Предполагается рассмотреть одно из решений по модернизации старых ракет для повышения эффективности их использования на примере ракеты “Союз-2”.

Семейство ракет-носителей «Союз-2», возникшее после модернизации “Союз-У”, стало широко использоваться для выведения КА на различные дистанции. В качестве двигателя второй ступени в “Союз-2” в основном используется двигатель РД-108. Эти жидкостные 4-хрулевые двигатели (РД-107/108), обладая невысокими параметрами, имеют преимущества в надежности. К сожалению, нет единого критерия, по которому можно сказать, какой из двигателей лучше. Мы можем только в совокупности рассматривать все факторы, и в случае с двигателем РД-108 надежность является его основным преимуществом.

Рассмотрим двигатель РД-180, который может стать достойной заменой РД-108. Рассматриваемый двигатель разработан НПО “Энергомаш” на базе РД-170 в 90-х годах, включает в себя две камеры сгорания и два сопла, топливо используется то же, что и у РД-108. Но, так как мы можем только в совокупности рассматривать все факторы, в РД-180 одно из лучших сочетаний веса (2593 кг) и мощности (тяговооруженность 73.40). Хотя он и использовался компанией SpaceX как двигатель первой ступени, рискнем предположить, что целесообразнее будет использовать его как двигатель второй ступени. Именно это решение позволит более эффективно преодолевать земную гравитацию и увеличит массу полезной нагрузки на ракетоносителях.

Так же стоит задуматься о дорабатывании рассматриваемых двигателей для возможности использования с альтернативным топливом, например с метаном. Данное решение увеличит надежность двигателя, уменьшит общую стоимость, облегчит транспортировку.

Необходимо отметить, что модернизация двигателей позволит совершать большее количество запусков с меньшим расходом средств, что даст преимущество в гонке за освоение космоса.

Экспериментальная модель работы пенетратора в марсианском грунте

Коротков А.И., Федюнин Д.А.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
allexej1998@mail.ru

Теоретические исследования предполагают обязательную экспериментальную проверку выбранной расчетной схемы и соответствия принятых допущений физической сущности изучаемого явления.

Основными этапами экспериментального моделирования являются:

1. Проверка конструктивного соответствия аппарата реальным условиям Марса.
2. Воспроизведение параметров марсианского грунта в условиях лаборатории.
3. Изучение поведения модели двигательной установки.

Проверка соответствия расчётов и чертежей реальным условиям Марса заключается в воссоздании в эксперименте условий, наиболее близких к условиям другой планеты. Такие испытания ввиду их сложности могут быть очень дорогими.

Одним из важнейших этапов моделирования, а также последующего изучения параметров движения реактивного снаряда в грунте является создание такого грунта, параметры которого будут максимально приближены к параметрам натурного. В случае исследования движения в толще породы Марса эта задача имеет даже большее значение, так как мы не имеем возможности проводить испытания непосредственно на натурном образце.

На красную планету отправлялись управляемые человеком аппараты, которые проводили забор образцов грунта. Это дало возможность смоделировать в лабораторных условиях физико-механические характеристики натурных пород Марса. Данный факт, в свою очередь, помогает оценить влияние различных параметров среды на движение пенетратора и создать наиболее точную модель, минимизировав будущие ошибки и проблемы, которые в условиях удалённого управления аппаратом на Марсе могут стать фатальными.

Если модельный и натурный двигатели твёрдого топлива имеют одинаковые соотношения между геометрическими, а также физическими параметрами камеры сгорания топлива, сопла, то при условии применения одинакового топлива возможно использовать определённые принципы и зависимости: правило равенства удельных тяг, правило равенства коэффициентов соотношения масс топлив, суммарных импульсов и времён работы соответственно.

Список литературы

1. Родченко В.В. Основы проектирования реактивных аппаратов для движения в грунте — М.: Изд-во МАИ, 2009.
2. Заговорчев В.А., Родченко В.В. и др. Выбор земных грунтовых аналогов как среды для движения лунного пенетратора // Альтернативная энергетика и экология. 2017. №28-30.
3. Родченко В.В. и др. Выбор параметров пенетратора, входящего в лунный грунт с нулевой скоростью // Вестник МАИ. №64. 2013.

Космический телескоп имени Джеймса Уэбба

Кузавлева В.Ю., Шубина М.А., Гапанькова Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Оделевский В.К.
МАИ, Москва
kuzavlevaviktoria1010@mail.ru

Космический телескоп имени Джеймса Уэбба – это уникальная орбитальная инфракрасная космическая обсерватория, разработанная NASA совместно с Европейским космическим агентством и Канадским космическим агентством. Начальными задачами телескопа являются: поиск света от первых звезд и галактик; изучение формирования галактик, звезд, планетных систем и их эволюции; исследование происхождения жизни. Он станет самой мощной космической обсерваторией, которая должна заменить стареющий телескоп «Хаббл». Например, площадь главного зеркала «Джеймса Уэбба» составляет 25 $м^2$, что в 6 раз превышает площадь зеркала «Хаббла», тем самым повышая мощность увеличения в 100 раз. Такое большое зеркало не помещается ни в одну из современных ракет. Для решения этой проблемы зеркало составили из 18 шестиугольных элементов, напоминающих пчелиные соты, которые без труда размещаются в головном обтекателе ракеты. Такая конструкция является самым выгодным решением, так как минимизируется площадь промежутков между сегментами, тем самым повышая мощность отражательной способности. Каждый гексагональный сегмент покрыт золотом и оборудован устройствами, которые с высокой точностью задают и корректируют его угол наклона и положение. Еще одним важным элементом является теплозащитный экран, который должен защищать приборы от перегрева. Внушительные размеры, 21*14 м, не позволяют доставить его в развернутом виде на рабочую орбиту. Инженеры решили сложить щит на время полета и развернуть непосредственно в рабочей точке. Именно этот процесс с трудом удается осуществить, из-за чего запуск «Джеймса Уэбба» откладывается до сих пор.

Анализ проблемы CFIT и пути ее решения

Куминова А.П.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Воробьев В.В.
МГТУ ГА, Москва
kumi-anna@yandex.ru

Термин Controlled Flight into or Toward Terrain (CFIT) — столкновение ВС с землей — был введен в 70-х гг. в США работником компании Boeing. Именно причиной столкновения ВС с землей в

управляемом полете объясняется 40 % АП. Начиная с 1990 года, ни одна проблема в авиации не унесла столько человеческих жизней [1].

Согласно ИКАО, столкновение исправного воздушного судна с землей (CFIT) – это категория событий, характеризующаяся как столкновение в управляемом полете с землей, водой или препятствием без указания индикации потери контроля. В российских источниках CFIT – столкновение исправного ВС с землей/ водной поверхностью или препятствием без признаков потери управления [2].

Происшествия CFIT происходят на этапах захода на посадку и посадке: снижение и заход на посадку – 19,5%, АП; посадка – 41, 4 % [3].

Причины CFIT вызваны определенными недостатками, которые назовем категориями. Каждая из них проранжирована по принципу серьезности для безопасности полетов (чем больше балл, тем серьезнее причина) от 0 до 5 в баллах.

Категория «Недостатки в подготовке»

• Недостатки в организации обучения и переподготовке кадров – 5;
• Незнание или несоблюдение процедур– 5;
• Недостаточная летная подготовка для посадки при предельных метеоминимумах – 4;
• Нечеткое взаимодействие членов экипажа при полете в сложных условиях – 3;
• Неудовлетворительный CRM – 2.

Категория «Взаимодействие с системами ВС »

• Полет с неисправной системой или намеренное отключение СРПБЗ, EPGWS, TAWS – 5;
• Ошибки при вводе данных в систему управления полётом (FMS); – 4;
• Неправильная работа экипажа с аэронавигационными системами самолета – 3;

Категория «Нарушения»

• Нарушение процедур и схем захода на посадку – 5;
• Нарушение метеоминимумов – 5;
• Нарушения авиакомпании при допуске к полетам неподготовленных пилотов – 4;
• Спрямление маршрута в нарушение предписанной схемы снижения и захода на посадку (STAR) – 2;
• Нарушения режима труда и отдыха экипажей – 1;
• Использование устаревших баз аэронавигационных данных – 1.

Категория «Ошибки экипажа»

• Потеря пространственной ориентировки при полете над водной и заснеженной поверхностью – 5;
• Неправильные установки давления в барометрических высотомерах – 5;
• Невыдерживание безопасных высот и скоростей полета – 4;
• Невыдерживание экипажем параметров схемы захода на посадку – 4;
• Неверное восприятие показаний навигационных приборов – 4;
• Ошибки и недопонимание при связи с органами УВД – 3;
• Плохое знание экипажем рельефа местности, схем снижения и захода на посадку (STAR), в т.ч. на запасном аэродроме – 2.

Категория «Непринятие мер»

• Непринятие мер по немедленному набору высоты при срабатывании сигнализатора опасного сближения с землей – 5;
• Непринятие экстренных мер при попадании в облачность в условиях захода на посадку по правилам визуального полета – 5;
• Игнорирование сигналов систем СРПБЗ, EPGWS, TAWS – 5.

Особого внимания заслуживает категория «Зрительные иллюзии». С категорией CFIT связан I тип (неосознанные или неопознанные нарушения) иллюзий. Пилот ощущает, что ВС находится в устойчивом пространственном положении, хотя показания пилотажно-навигационных приборов выдают сигналы об опасных отклонениях ВС. Происходит конфликт ощущений пилота и показаний приборов, в котором чаще всего пилот полагается на свои внутренние соматические ощущения. На данный тип нарушений приходится около 50% всех происшествий, связанных с возникновением иллюзий.

Детальный анализ статистики происшествий и основных причин АП по категории CFIT показал необходимость:

• Разработки актуальных программ подготовки пилотов;
• Проведения тренировок по процедурам ухода на второй круг;
• Разработки мер, предупреждающих сознательные нарушения правил полетов и предписанных схем;

• Проведения занятий по CFIT (повышение культуры безопасности персонала как одного из элементов СУБП);

• Разработки методики устранения траекторных отклонений на посадке;

• Решения проблемы снижения располагаемого времени пилота для устранения отклонений[4].

Выполнение перечисленных выше пунктов позволит снизить проблему CFIT и повысить уровень безопасности полетов РФ.

Список литературы

1. Джозеф Халлинан. Почему мы ошибаемся? Ловушки мышления в действии. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. — 304 с.

2. Категории авиационных событий. Определения и порядок использования при формировании архива материалов расследования авиационных инцидентов и производственных происшествий с ГВС РФ: — М.: Управление инспекции по безопасности полетов ФАВТ, 2016.

3. AC 61-134 – General Aviation Controlled Flight into Terrain Awareness.FAA Advisory Circular 61-134, Section 14.a., 01.04.2003.

4. Федосеева Г.А. Анализ проблемы применения систем типа TAWS в целях повышения уровня безопасности полетов ВС. // Научный Вестник МГТУ ГА.2011. №174. С.164-170.

Причины авиационных происшествий в Российской Федерации за последние годы

Ларина К.А.
Научный руководитель — доцент, к.б.н. Мессинева Е.М.
МАИ, Москва
kira171095@mail.ru

Контроль системы управления безопасности полетов – одна из основных задач, стоящая перед авиационно-промышленным комплексом РФ. Термином безопасность полетов (БП) называют состояние авиационной транспортной системы, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу минимален и поддерживается через непрерывный процесс выявления источников опасности и контроля факторов риска. Решая проблемы безопасности полетов на текущем этапе развития гражданской авиации, необходимо учитывать стремительный рост объемов перевозок, обновление парка воздушных судов и смену поколения авиационных специалистов.

Изучение накопившихся данных по произошедшим авиационным происшествиям способствует предупреждению возможных катастроф. Из-за потенциально большого количества жертв наиболее актуальным представляется вопрос изучения причин авиационных происшествий в пассажирской гражданской авиации.

По данным МЧС России [1], число авиационных катастроф в 2018 году увеличилось по сравнению с 2017 годом. По статистике ведомства, всего в 2017 году в стране было зарегистрировано 15 авиакатастроф с погибшими в количестве 22 человек, что ниже показателя 2018 года, в котором произошло 20 авиапроисшествий и было зафиксировано 80 погибших. Согласно проанализированным данным по количеству авиакатастроф в России за последние 10 лет, 2009 год был самым безопасным для авиации. Следует отметить, что несмотря на современные технологии в обслуживании авиасудов, достигнуть уменьшения показателей статистики авиапроисшествий не удается.

Авиационные происшествия зачастую являются следствием влияния человеческих и организационных факторов, что подтверждается анализом отчетов Межгосударственного авиационного комитета.

Согласно сводным данным [2], действия пилотов становились причиной авиакатастроф (гражданская авиация) в 50% случаев, в 6% – из-за ошибок других людей. 22% катастроф произошли из-за технических отказов, 12% – по причине погодных условий, а в 9% случаев причинами крушений становились диверсии.

Управление рисками способно обеспечить повышение показателя безопасности в авиационной сфере путем выявления и устранения аварийных факторов, инцидентов.

Оценка параметров значений риска изменения состояний авиатранспортной системы зависит от совокупности диагностируемых эксплуатационных характеристик системы. Это требует регламентации количественных критериев и механизмов нормативного регулирования безопасности и уровней приемлемого риска в рамках специальных правовых норм, которые должны быть введены в сфере воздушного транспорта в рамках соответствующих федеральных авиационных правил или других нормативно-правовых документов.

Статистические данные показали, что в авиационной отрасли нет единого универсального подхода к управлению риском для безопасности полетов. Руководящие документы Международной организации гражданской авиации (ИКАО) не являются достаточными для построения эффективной системы на уровне авиакомпании. В отечественной гражданской авиации ощущается недостаток как нормативных документов по системе управления безопасностью полетов (СУБП), так и сколько-нибудь подробных и обоснованных руководств по ее разработке, формированию и внедрению [3].

Список литературы

1. Статистические данные деятельности подразделений военизированных горноспасательных частей за период 2010 – 2016 гг.; Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий; Москва, 2019 г. Интернет – ресурс. URL: http://www.mchs.gov.ru/document/3764672 (дата обращения: 20.02.2019).

2. Статистика: Причины авиакатастроф со смертельным исходом за десятилетие; Вашингтон, 2019 г. Интернет – ресурс. URL: http://www.planecrashinfo.com/cause.htm (дата обращения: 20.02.2019).

3. Махитько В.П., Дмитриенко Г.В., Гаврилова Е.А. Оценка рисков и факторов опасности в системе безопасности полетов воздушных судов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017.Т. 19, № 4(2). С. 192-196.

Перспективы применения линейного двигателя в составе центробежного стенда

Лобастов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Палешкин А.В.
МАИ, Москва
umli1996@gmail.com

Теоретические исследования большого комплекса динамических процессов, сопровождающие как активный участок полета РКН, так и спуск аппарата в различные атмосферы планет, имеют множество проблем, требующих наземных исследований для корректировки математических моделей и методов расчета. Также при создании изделий РКТ необходимо учитывать не только характеристики отдельных систем, но и особенности их взаимодействия.

В связи с этим центробежные стенды, являющиеся основными для лабораторных исследований и позволяющие воспроизводить как импульсные, так и длительно действующие перегрузки, должны обеспечивать условия нагружения, максимально приближенные к эксплуатационным, а также иметь высокий уровень защиты от аварийных ситуаций. Такие условия накладывают жесткие требования к экспериментальной отработке и обеспечению надежности всех систем изделия при минимизации массы по выбранным критериям эффективности, а при изучении сложных явлений существенно возрастает роль планирования и управления экспериментальной отработкой с применением автоматизированных комплексов сбора и обработки информации, анализа воздействующих факторов и параметров функционирования аппарата.

В настоящее время в области наземных транспортных средств ученые и инженеры разных стран сосредоточили свой поиск на бесконтактных бесколесных системах. В результате разработок различных бесконтактных систем, создания и испытания лабораторных моделей и опытных макетных экипажей было установлено, что наиболее полно требованиям экономного расходования энергии, бесшумности и малого загрязнения окружающей среды отвечают технические средства на магнитном подвесе с линейным тяговым электроприводом, а также с автоматизированной системой стабилизации его положения в пространстве при движении со скоростями до 150 м/с и более.

Анализ информации о имеющихся на данный момент линейных двигателях дал возможность рассмотрения вопроса о включении их в состав центробежного стенда. При сравнении обычного привода центробежного стенда с приводом на базе линейного двигателя был выявлен ряд преимуществ: отсутствие потерь на трение, изнашиваемые элементы привода, элементы с температурными деформациями в приводе, элементы с упругими деформациями, передача энергии на рабочий орган и промежуточные элементы передачи к рабочему органу.

Разработка учебно-практического комплекса по изучению космических систем

Майгуров М.В., Лукьянов С.Д.
МАИ, Москва
misha23maigurov@yandex.ru

Выполнение различных задач в космосе осуществляется за счет использования искусственных спутников Земли. Необходимо учесть, что с ростом популярности запусков объектов в космос частными компаниями растет и потребность в дополнительном, более глубоком, обучении студентов, которое бы включало в себя не только теоретическую составляющую, но также и практическую. На данный момент обнаруживается недостаток наглядных пособий, интерактивного взаимодействия с объектом и современных обучающих моделей.

Проект состоит в разработке искусственного спутника дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Основная цель — предоставить обучающие наборы в качестве учебного пособия для студентов факультетов аэрокосмического направления. Данные наборы, включающие в себя модель спутника ДЗЗ, основные модули спутника ДЗЗ и вспомогательное оборудование, позволяют осуществлять проведение лабораторных работ по практической фотосъемке стенда с имитатором Земли.

Обучающий набор состоит из нескольких модулей, каждый из которых является отдельным прибором. Далее приводится краткое описание модулей, входящих в набор конструктора.

В ходе работы над научно-исследовательским проектом были получены результаты, удовлетворяющие заданной цели. Ситуация, сложившаяся на рынке, позволяет вывести проект на стадию массового использования для более углубленного изучения устройства космических аппаратов.

Данный проект имеет множество достоинств по сравнению с уже имеющимися образцами ракетно-космических систем, которые имеются в вузах. Эти преимущества можно оценить по следующим основным критериям применения оборудования в обучении:

Компактность.
Интерактивность.
Доступность учебных материалов.
Вариативность использования в различных научных исследованиях
Возможность одновременной работы нескольких групп студентов.
Осуществление различных показательных мероприятий.
Многократность использования.
Цена.
Приближенность к реальным КА.

Также существует возможность в последующем усовершенствовании набора по созданию спутника ДЗЗ.

Восстановление логической целостности беспроводной сенсорной сети древовидной топологии

Макашов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н.
МАИ, Москва
androwl@list.ru

Беспроводные сенсорные сети (БСС) находят всё большее применение, в основном для решения задач мониторинга, в том числе и в аэрокосмической отрасли. БСС состоит из совокупности узлов малой мощности, способных долгое время работать в автономном режиме. Топология такой сети выбирается в зависимости от особенностей решаемой задачи.

Несмотря на широкое распространение сетей ячеистой топологии, древовидная топология остаётся актуальной для решения определённого круга задач. Преимущество этой топологии в том, что для поддержания работоспособности сети не требуется большой трафик вспомогательных сообщений, что обеспечивает хорошую пропускную способность.

Тем не менее, древовидная топология более уязвима для внешних помех, которые могут оказать существенное влияние на надёжность. Таким образом, требуется создать механизм восстановления работоспособности сети, который бы не требовал большого трафика вспомогательных сообщений.

Для этого предлагается использовать механизм keep-alive [1]. В работе [2] представлен вариант использования этого механизма для беспроводной сенсорной сети, но в централизованном виде, то есть сообщения рассылаются от координатора далее по сети всем узлам, что создаёт очень большую

нагрузку на все узлы сети. В целом для распределённых систем целесообразнее использовать механизмы, отвечающие принципам самоорганизации [3].

Исходя из этого был разработан механизм keep-alive в распределённой версии, то есть узел обменивается информацией о работоспособности только со своими непосредственными потомками и родителем.

В целях экономии трафика процесс формирования и восстановления сети объединен с процессом рассылки keep-alive. Подключение узлов осуществляется по инициативе уже подключённых к сети узлов. Они рассылают широковещательные сообщения, которые трактуются получателями различными способами.

• Неподключённые узлы воспринимают это сообщение как приглашение на подключение к сети. Они обмениваются данными с узлом-отправителем информацией, после чего узел-получатель подключается к сети.

• Уже подключённые к сети узлы воспринимают это сообщение как запрос keep-alive. Если принявший запрос узел является непосредственным потомком или родителем отправителя, тот увеличивает счётчик keep-alive.

По истечении определённого интервала времени (настраивается пользователем) происходит проверка счётчиков keep-alive (KA) для каждого отдельного узла. Если один из соседей имеет нулевой счётчик (сообщение keep-alive не дошло ни разу с момента предыдущего сброса счётчика KA), узел считается отключённым от сети. Если ответа не поступало от родителя текущего узла, он отключается от сети и получает возможность подключиться к другому узлу. Также по истечении вышеописанного интервала времени счётчики keep-alive для всех соседей обнуляются.

Таким образом, был разработан механизм восстановления логической целостности БСС древовидной топологии с использованием распределённого подхода. Механизм был смоделирован с помощью дополнения модуля LR-WPAN симулятора ns-3 [4]. Моделирование показало, что данный механизм справляется со своей задачей и успешно перестраивает сеть.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-08-01641а.

Список литературы

1. Braden R. Requirements for Internet Hosts -- Communication Layers, 1989 // https://tools.ietf.org/html/rfc1122

2. Tedblad R. Reliable Wireless Sensor Networks in Smart Homes, Chalmers University of Technology, University of Gothenburg, Department of Computer Science and Engineering, 2015

3. Dressler F. A Study of Self-Organization Mechanisms in Ad Hoc and Sensor Networks, Elsevier Computer Communications 31 (2008) 3018–3029

4. Макашов А.А. Дополнение модуля LR-WPAN симулятора ns-3 для проведения имитационного моделирования беспроводных сенсорных сетей, решающих прикладные задачи в аэрокосмической области // Г12 Гагаринские чтения –2018: XLIV Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: — М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018.

Построение математической модели движения реактивного аппарата в марсианском грунте

Мельников Я.К., Хамадов Р.Р.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
yarik.mel96@mail.ru

В работе будут рассматриваться такие параметры, необходимые для описания математической модели: применяемая система координат, кинематические уравнения движения, динамические уравнения движения, двигательная установка, представленная в виде её параметров, а также законы изменения энергии в данном процессе.

При изучении процесса пенетрации реактивного аппарата в марсианскую породу нашли применение прямоугольные правые системы координат. При изучении движения используется система координат, у которой математические выражения, описывающие движение ракеты, выражают наиболее простой, а следовательно, и удобный для расчетов, вид. При расчётах необходимо задействовать две системы координат: стартовую и связанную. При последующих вычислениях за инерциальную систему принимаем стартовую систему координат. Пространственное перемещение реактивного аппарата в марсианской породе описывается математическими

зависимостями, такими как уравнения движения центра масс системы, уравнения вращательного движения относительно положения центра масс и выражения, основанные на кинематических законах. Они выражают угловую скорость вращения, спроектированную на оси связанной системы координат через угловые параметры, которые, в свою очередь, показывают зависимость кинематики и динамики аппарата от стартовой системы координат.

Справа у равенств, описывающих движение в центре масс реактивного аппарата, силы внешних воздействий аппарата, например таких, как тяга двигателя реактивного аппарата, воздействие гравитационного поля, трение марсианского грунта, действующее на корпус аппарата, силы Кориолиса, учитывающие движение аппаратуры внутри относительно независимо вращающегося корпуса аппарата, и силы, возникающие при движении корпуса относительно центра масс.

Для удобства допускаем, что двигательная установка представляет собой либо несколько работающих вместе сравнительно небольших двигателей, либо систему сопел, состоящих в большинстве случаев из твердотопливных ракетных двигателей.

Исследования по внедрению твердых тел в грунты, основанные на теоретических расчётах и экспериментах, за счет кинетической энергии, запасённой на пролегающем в газовой среде участке траектории, показывают криволинейный характер участка движения в марсианской породе, при котором возможен значительный угол отклонения от начального направления движения (в некоторых случаях угол может достигать ста восьмидесяти градусов и более). На поведение аппарата большое влияние оказывают силы и возникающие из-за разворота моменты сил, воздействующие на пенетратор, которые, в свою очередь, зависят от геометрических характеристик тела, начальных условий вхождения в твёрдую среду, определяемых наличием угла между осью симметрии и вектором скорости, а также угловыми скоростями прецессии, нутации и собственного вращения.

Формирование общего облика системы заправки для перспективной ракеты космического назначения сверхлегкого класса

Могдалев А.М.
Научный руководитель — к.т.н. Шаповалов Р.В.
МАИ, Москва
mogdalev.am@gmail.com

Процесс нисходящего проектирования в ракетно-космической отрасли позволяет пошагово и итерационно осуществить детальную разработку составных частей и агрегатов космического ракетного комплекса. Особенно актуальным данный подход является при проектировании систем, не имеющих в настоящее время аналогов. Перспективы сжиженного природного газа, как компонента ракетного топлива берут свое начало в 80-х годах XX века. Однако при этом, несмотря на ведущиеся как в России, так и за рубежом работы по созданию метановых двигателей, системы, обеспечивающие штатную работу с данным компонентом на техническом и стартовом комплексах, отсутствуют.

Целями выполнения данной работы являются:

1. Проведение анализа исходных данных на разработку технического предложения по космическому ракетному комплексу для носителя сверхлегкого класса, использующему в качестве топливной пары сжиженный природный газ и жидкий кислород.

2. Разработка эскизного проекта (ЭП) элементной структуры (ЭС) системы заправки сжиженным природным газом для различного исполнения стартового комплекса (транспортно-пусковой агрегат с размещением ракеты-носителя в транспортно-пусковом контейнере или с использованием мобильной кабель-заправочной мачты).

3. Формирование общего облика системы.

На основании проделанной работы были получены следующие результаты:

1. Составлены элементные структуры системы заправки сжиженным природным газом, и сформированы обоснования по выбору предпочтительной схемы исполнения некоторых составных частей.

2. Сформирован общий вид проектируемой системы, и проведены ориентировочные расчеты теплопотерь при проведении заправки.

3. Подобраны возможные варианты использования технологического задела ныне существующих и эксплуатируемых ракетно-космических комплексов для повышения степени унификации разрабатываемой системы.

Углерод-углеродные теплозащитные материалы, используемые при эксплуатации многоразовых космических средств

Мошкова А.А., Черданцева Е.Д.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
al.mosh-va@yandex.ru

Набирает популярность использование многоразовых космических средств, способных в значительной степени сократить расходы на их запуск. Особенностью таких летательных аппаратов является возможность возвращения на Землю без потери работоспособного состояния с целью обеспечения последующих запусков. При прохождении плотных слоев атмосферы космические аппараты достигают высоких скоростей, приводящих к температурам, значения которых могут доходить до 2000 °С. Таким образом, ставится задача обеспечения теплозащиты космических средств.

Для решения поставленной задачи необходимо использовать материалы, способные защитить корпус летательного аппарата от разрушения в процессе его возвращения на Землю. В качестве таких материалов может применяться «Гравимол» – материал из углерода, армированного углеродным волокном (УММ). Гравимол способен выдерживать температуры до 1200 °С.

Для изготовления УУМ применяются углеродные ткани и модифицированные фенольные смолы, подвергавшиеся пиролизу в процессе высокотемпературного передела. В последующем полуфабрикат УУМ проходит процессы пироуплотнения и боросилицирования. На внешнюю сторону агрегатов из УУМ наносится внешнее противоокислительное покрытие на основе дисилицида молибдена.

Для предотвращения перетекания тепла от наиболее теплонагруженных агрегатов из УУМ к "холодной" силовой конструкции оптических кабелей, а также для компенсации температурного расширения УУМ применяются отсечные мосты из нитридной конструкционной керамики, которые устанавливаются в узлах крепления углерод-углеродных агрегатов.

Для предотвращения контактного переноса тепла агрегаты из УУМ изолируются от теплозащитного покрытия гарантированным зазором, заполненным термическим уплотнением на основе нитевидных кристаллов карбида кремния (для перекрытия лучистого теплового потока).

Основными свойствами УУМ, обусловливающими их применение не только в авиации и космонавтике, но и в других промышленных областях, являются термическая стойкость и ударная прочность. Прочность УУМ может быть в 5 -10 раз выше, чем у графита. Помимо этого, УУМ обладают высокой температурной стойкостью, которая сочетается с малой плотностью (от 1,35-10-3 до 2-10-3 кг/м3), высоким модулем упругости и стойкостью к тепловому удару.

Для УУМ, в отличие от других материалов, характерно улучшение некоторых механических характеристик с повышением температуры. Это обусловлено релаксацией внутренних напряжений за счет улучшения пластических свойств при повышенных температурах и «залечиванием» дефектов вследствие термического расширения материала при повторном нагреве до температуры изготовления.

Таким образом, применение теплоизолирующих материалов на основе углеродного материала является оптимальным решением для обеспечения сохранности космического аппарата, предназначенного для многократных запусков.

Определение минимально возможной температуры охлаждения нафтила средствами существующей системы охлаждения и объема дооснащения системы дополнительным оборудованием

Наместникова А.И.
Научный руководитель — Мельничук В.Н.
МАИ, Москва
www.anuet.ru@gmail.com

Для заправки ракет-носителей широко используется высококипящее горючее (керосин и нафтил) с заданной отрицательной температурой с целью повышения плотности заправляемого компонента. Очевидна необходимость создания новых систем охлаждения горючего в передвижных компактных заправщиках, т.к. они встраиваются в сложившуюся инфраструктуру стартовых комплексов, не требуют для работы больших энергозатрат, обеспечивают охлаждение горючего до заданной температуры перед заправкой и доохлаждение слитого из РН горючего при переносе запуска за достаточно короткое время.

Обеспечение заданного температурного режима нафтила в условиях стартового комплекса возможно двумя способами: с помощью системы термостатирования ракеты-носителя либо специально созданными системами, использующими в качестве хладагента жидкий азот в виде теплоносителя тосол.

После анализа различных систем был выбран принцип работы системы охлаждения: теплообмен потока горючего с низкокипящим хладагентом, в качестве которого используется кипящий жидкий азот – компонент, который присутствует на каждом стартовом комплексе. Таким способом горючее охлаждается вплоть до температур, близких к температуре потери текучести. Разница температуры горючего и кипения жидкого азота позволила создать достаточно компактные теплообменные аппараты.

На основании сформированных характеристик был проведен анализ свойств нафтила при понижении температур, который показал, что, кроме увеличения плотности, происходит резкое увеличение коэффициента динамической вязкости, что приводит к увеличению потерь на трение в трубопроводах и охладителе контура циркуляции нафтила.

При анализе работоспособности оборудования при понижении температуры охлаждения были выдвинуты и обоснованы требования по дооснащению системы. Они содержали замену некоторого оборудования системы (насос, охладитель, датчик температуры) для продолжения ее успешного функционирования в принятых условиях.

В соответствии с полученными данными был сформирован общий вид системы охлаждения нафтила, включивший все оборудования, агрегаты и сооружения, использованные в системе. Также была доработана принципиальная пневмогидравлическая схема системы.

В дальнейшем данная работа может быть применена для рассмотрения принципиальных решений и конструкций, необходимых для дооснащения системы охлаждения нафтила, применения новых технологий и улучшения технико-экономических показателей.

Космический туризм

Нахшунова С.И.
МАИ, Москва
Tcuranami@gmail.com

Космический туризм – посещение космоса, осуществляемое с помощью космических аппаратов, предоставляемых такими компаниями, как Роскосмос, Blue Origin, Virgin Galactic или SpaceX. Первый полёт первого в мире космического туриста, предпринимателя Денниса Тито, состоялся 28 апреля 2001 года. Космический туризм приобретает все большую популярность.

Существует несколько различных видов космического туризма: орбитальный, суборбитальный и лунный космический туризм.

Орбитальный космический полёт – это путешествие человека в космос, на орбиту и за ее пределы, выполняемое с помощью пилотируемых космических аппаратов. Доставка человека в космос выполняется при помощи космических кораблей. Долговременное пребывание людей на орбите Земли обеспечивается за счёт использования орбитальных космических станций.

Скорость, необходимая для того, чтобы остаться на орбите, зависит от высоты полета. Например, на круговой орбите на высоте 200 км орбитальная скорость составляет 7780 м/с (28000 км/ч). Именно эта невероятно высокая скорость делает орбитальный космический полет таким технически сложным и дорогим.

Компании, предоставляющие услуги орбитального космического туризма: Space Adventures и Роскосмос.

Суборбитальный космический полет – любой космический полет летательного аппарата над атмосферой Земли с максимальной скоростью ниже орбитальной скорости.

Скорость, необходимая для суборбитального полета, в 5 раз меньше, чем орбитальная скорость! Например, на круговой орбите на высоте 200 км суборбитальная скорость составляет 1650 м/с (5940 км/ч). Эта огромная разница значительно влияет на конструкцию летательного аппарата. Поэтому суборбитальные аппараты меньше по размеру и массе, технически проще и, следовательно, дешевле в проектировании и эксплуатации.

Компании, намеренные предоставлять услуги суборбитального космического туризма: Virgin Galactic, Blue Origin, XCOR Aerospace CosmoCourses etc.

В 21-м веке в новостных лентах часто проскакивают новости об испытаниях самолетов для суборбитального туризма. Несколько компаний достигли уровня запусков, которые могут произойти в обозримом будущем. Например, Virgin Galactic, частная компания, основанная Ричардом

Брэнсоном в 1999 году, разрабатывает самолет для достижения околоземной орбиты «SpaceShipTwo». Другая частная аэрокосмическая компания, Blue Origin, основанная в 2000 году для космического туризма Джеффри Безосом, спроектировала ускорительную ракету с капсулой наверху, в которой могут быть размещены будущие пассажиры.

Компании, занимающиеся осуществлением проектов по суборбитальному туризму, уверяют, что именно суборбитальные полёты будут более безопасными, надёжными, многоразовыми и дешёвыми. Все эти критерии — ключ к успеху коммерческого и доступного космического туризма.

Лунный туризм – это уникальный проект в области космического туризма, который позволит космическим туристам свободно путешествовать по лунной орбите, а также спускаться на поверхность Луны.

В этой области разрабатывается много проектов. Например, промышленный и графический дизайнер Оскар Винальц создает концепцию, состоящую из трех элементов: «Moon Window» – орбитальная космическая станция для туристов, «Orbiter» – ракета с жилой капсулой и «XLDron» – беспилотный летательный аппарат, предназначенный для доставки этой ракеты в верхнюю атмосферу. В России на протяжении многих лет ведется разработка «Федерации» – космического аппарата нового поколения – он должен заменить «Союз» и «Прогресс» и доставить на Луну четырех российских космонавтов. Первые беспилотные пуски корабля запланированы на 2021 год, а первый пилотируемый полет – на 2024 год.

Пока существует много вопросов относительно реализации всех проектов, связанных с космическим туризмом. Но будем надеяться, что все они будут успешно реализованы в ближайшем будущем, и мы все сможем прикоснуться к кусочку бесконечности.

Вся эта информация вскоре станет источником знаний и открытий других исследователей. Для них и их потомков мы посвятим наши нынешние и будущие наработки. Они продолжат «путешествие», которое мы начали, и отправятся во все неоткрытые миры, смело идя туда, где не ступала нога человека.

Тепловой неразрушающий контроль элементов конструкции вертолета типа Ми-8 с сотовым заполнителем

Оболенцев Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крылов А.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
obolencev96@mail.ru

Повышение эффективности активного теплового контроля элементов конструкции самолета с сотовым заполнителем является одной из актуальных задач, ввиду отсутствия методик и рекомендаций по применению данного метода в авиации ВКС РФ. Применение активного теплового контроля позволит снизить трудозатраты инженерно-технического состава и время дефектации элементов конструкции самолета. В качестве параметра оптимизации выступает численная характеристика — значение разницы температуры между дефектной (сотой, содержащей воду) и бездефектной областью. На данный параметр могут оказывать влияние следующие факторы:

- Количество ячеек сот объекта контроля заполненных водой;
- Время непрерывного нагрева объекта контроля;
- Температура поверхности объекта контроля перед нагревом;
- Скорость и температура потока воздуха теплового фена;
- Расстояние от теплового фена до объекта контроля;
- Однородность материала объекта контроля;
- Толщина обшивки объекта контроля;
- Количество воды в соте и другие факторы.

Исходя из алгоритма выбора факторов, к наиболее влиятельным факторам относятся: количество ячеек сот объекта контроля, заполненных водой, время непрерывного нагрева объекта контроля и температура поверхности объекта контроля перед нагревом. В соответствии с выбранными факторами проводится эксперимент активного теплового контроля элементов конструкции вертолета типа Ми-8. Принципиальная схема проведения эксперимента включает объект контроля (ОК), который располагается горизонтально и находится над элементом нагрева (ЭН) и элементом контроля (ЭК). В качестве ЭК применяется тепловизор Testo 881, а в качестве ЭН – строительный фен. Для определения аномальных зон в некоторые ячейки сот ОК через просверленные отверстия с противоположной стороны вводилась вода в объеме 4 мл. ЭК и ЭН закреплены на штативах при помощи крепления. Штативы прикреплены к подвижной платформе. Проведенная постановка

полнофакторного эксперимента 23 позволила получить математическую модель в натуральных переменных.

Таким образом, раскрыта возможность проведения активного теплового контроля элементов конструкции вертолета Ми-8 с сотовым заполнителем, представлена математическая модель в натуральных переменных с указанием коэффициентов.

Совершенствование системы передачи данных телеметрии как способ повышения безопасности аэрокосмических систем

Пантич В.Ж.
Научный руководитель — к.т.н. Свиридова Е.Ю.
Московский политехнический университет, Москва
evg_sviridova@mail.ru

Современные системы передачи данных телеметрии обеспечивают безопасность аэрокосмических систем и комплексов.

Одним из перспективных путей повышения безопасности существующих систем является установка на борту летательного аппарата комплекса информационно-командной радиолинии, которая предназначена для прямой и обратной передачи цифровых потоков различных данных (телеметрии, служебных данных и команд управления) в режиме реального времени между летательным аппаратом и постом управления.

Данный комплекс интегрируется с бортовыми системами жизнеобеспечения и обеспечивает передачу данных телеметрии с минимальной задержкой.

Комплекс, устанавливаемый на борт летательного аппарата, состоит из радиомодема, блока сопряжения радиомодема с бортовыми система жизнеобеспечения (получение показаний с различных датчиков в режиме реального времени, опрос систем о текущем состоянии), малогабаритной приемопередающей антенны, блока питания радиомодема от бортовой энергосистемы летательного аппарата.

Основным элементом комплекса является радиомодем, который способен осуществлять передачу цифровых данных от бортовых систем жизнеобеспечения летательного аппарата на пост управления, а также приём цифровых данных от радиомодема поста управления и их передачу на бортовые устройства летательного аппарата (для корректировки рабочих параметров или механического воздействия с помощью сервоприводов и иных исполнительных механизмов).

Комплекс обеспечивает электромагнитную совместимость с бортовым радиоэлектронным оборудованием и не оказывает влияния на радионавигационное оборудование летательного аппарата, использующее сигналы глобальных навигационных систем ГЛОНАСС (диапазоны L1, L2, L3) и GPS (диапазоны L1, L2, L5) и аппаратуру, обеспечивающую Государственное опознавание аэрокосмических систем.

Обмен данными с бортовыми системами жизнеобеспечения осуществляется через интерфейсы RS-232 и RS-485, таким образом обеспечивается полный объем функций контроля и управления, заложенный в эти системы.

Данный комплекс обладает следующими характеристиками:

- Высокая помехоустойчивость за счет использования 20 000 поднесущих частот и фазовая модуляция BPSK, при которой на одной частоте передается всего один бит информации и ошибка декодирования минимальна;
- Контроль качества связи с выводом информации о количестве ошибок и пропускной способности канала;
- Адаптивная скорость передачи данных телеметрии (до 16 кбит/с);
- Скорость скачкообразного изменения центральной частоты изменяется в пределах от 300 до 2500 скачков/с;
- Минимальное время вхождения в сеть и восстановления связи;
- Возможность использования ретрансляторов для повышения дальности работы;
- Низкая мощность потребления;
- Рабочий диапазон температур от минус 40 до +70° С.

Комплекс позволяет получать телеметрические данные от систем жизнеобеспечения нескольких летательных аппаратов одновременно за счет использования частотного разделения сигналов.

Представленная система передачи данных телеметрии позволяет в полной мере оценить текущее состояние бортовой аппаратуры, двигателей и целостности фюзеляжа летательного аппарата, что существенно повышает уровень безопасности аэрокосмических систем.

Разработка программного обеспечения для реализации учебно-тренировочных режимов многоцелевого истребителя

Парфенова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Заговорчев В.А.
МАИ, Москва
angelikamai66@gmail.com

Для обучения лётного состава процедурам применения авиационных средств поражения целесообразно дополнить существующее программное обеспечение бортового радиоэлектронного оборудования (БРЛС) средствами, позволяющими осуществить обучение без применения реального вооружения. Существующие тренажёры, конечно, позволяют проработать саму процедуру, но не способны обеспечить ощущение реальных перегрузок и иных факторов, появляющихся при реальном полете. В том числе необходимо предусмотреть возможность проводить обучение парой самолётов, имитирующих бой друг с другом. Также, очевидно, что такое программное обеспечение должно обеспечить возможность проведения экспресс-анализа результата и правильности работы летчика после окончания такой работы.

Работа в учебно-тренировочных режимах должна полностью соответствовать следующим требованиям:

• Работа бортового оборудования должна вестись в штатном порядке (возможно, с минимальными доработками существующих протоколов информационного взаимодействия);

• Изменения, вносимые в программное обеспечение бортового оборудования, должны быть минимальными, так как сложные доработки потребуют проведения дорогостоящих лётных испытаний из-за возможности возникновения серьёзных конфликтов со штатным программным обеспечением;

• Порядок взаимодействия лётчика с БРЭО в учебных режимах должен полностью соответствовать штатной логике.

Цель работы — создание программного обеспечения имитации режима "Ближний бой". Тестирование проведено на полунатурном стенде одной из модификаций самолёта МиГ-29. В описываемом учебно-тренировочном режиме типа воздух-воздух обеспечивается обучение и тренировка режимов работы по имитируемым воздушным целям (при отсутствии выбора к применению реальных средств поражения) с использованием информации от БРЛС при отсутствии авиационных средств поражения (АСП) и учебных имитаторов АСП на точках подвески и имитации наличия управляемых ракет в системе управления оружием и их применения. Предусмотрена оценка выполнения сценария. После проведения испытания на экране индицируются сообщения об ошибках лётчика, что должно сделать подготовку лётчиков значительно эффективнее.

Внедрение учебно-тренировочных режимов по виртуальным сценариям значительно упрощает процесс обучения лётчиков и делает его быстрее. Также обучение с применением данного ПО сделает процесс обучения лётчиков значительно экономичнее. Работа весьма актуальна, ожидается, что разрабатываемое ПО станет незаменимым и полезным инструментов в подготовке лётного экипажа многоцелевых истребителей четвертого и последующего поколения.

Влияние космического мусора на человечество

Пензин В.С.
МАИ, Москва
valera@odinevent.ru

Объекты космического мусора представляют серьезную опасность не только для действующих спутников, находящихся на орбите Земли, и для космонавтов, но и для обычных жителей Земли. Взять, к примеру, инцидент, произошедший 10 февраля 2009 года, когда произошло столкновение двух искусственных спутников. В роли космического мусора выступал выведенный из эксплуатации российский спутник «Космос-2251», который и стал причиной столкновения с американским спутником связи «Иридиум». В конечном итоге был потерян спутник связи, а также увеличилось количество неконтролируемых объектов, которые впоследствии могут стать причиной множества аварийных ситуаций. Еще одно событие — оно случилось в ночь с 29 на 30 августа 2018 года на Международной Космической Станции. В результате столкновения МКС с космическим мусором в российском сегменте корабля «Союз МС-09» были обнаружены повреждения обшивки. Российская сторона разработала план герметизации микротрещины, который впоследствии был успешно применён.

На сегодняшний момент предложено множество вариантов решения проблемы космического мусора: мониторинг околоземного пространства; выведение всего КМ за пределы орбиты Земли; переработка, уничтожение лазером и пр.

Можно ещё долго рассуждать на эту тему, но проблема по сей день является актуальной и останется таковой в будущем, если человечество не объединится для её решения!

Разработка агрегата посадки и эвакуации под новое поколение пилотируемых кораблей

Поладьев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва
pisatelst007@mail.ru

С каждым годом разрабатываются всё новые устройства, только появившиеся технологии устаревают и модернизируются под новые требования. Оборудование и системы усложняются, позволяя охватывать всё больше потребностей человека, открывая ему новые возможности. Однако, несмотря на высокую надёжность, которую показывает техника, надо быть готовым ко всем ситуациям, которые могут произойти из-за какой-нибудь поломки или той же человеческой ошибки. Для этого на стартовых комплексах разрабатывают множество интереснейших средств эвакуации, часть из которых уходит в прошлое, часть используется и в новых конструкциях, а что-то ещё можно придумать и предложить к внедрению.

Чтобы обеспечить безопасную посадку экипажа пилотируемого корабля, требуется иметь возможность увести людей от аварии в любой промежуток времени. Поэтому предлагается следующая концепция.

Экипаж заходит в кабину агрегата, разработанного на основе стандартного грузопассажирского лифта, и поднимается на нём наверх. В случае отсутствия опасности всё происходит в стандартном порядке — космонавты садятся в корабль и ждут старта.

В случае внезапной аварии, угрожающей жизни людей, когда нет гарантированной уверенности, что экипаж может спокойно спуститься обратно, подаётся сигнал на отстрел основной защищённой кабины с пассажирами. Два телескопических стреляющих механизма, расположенных по бокам между основной и внешней кабиной, синхронно выкидывают основную кабину в фиксированную сторону, противоположную стоящей ракете.

С этой стороны шахта лифта должна либо быть открыта, учитывая место установки, например ферму обслуживания РН «Союз», либо закрыта непрочным материалом из листов определённого размера, составляющего примерно половину длины кабины (впрочем, обеспечивающим должную защиту от погодных условий), который при помощи пиропатронов также отстреливается в момент срабатывания системы в необходимом месте — перед кабиной. Через мгновение после срабатывания телескопических механизмов запускаются поочерёдно нижние, боковые и стабилизирующие задние двигатели, которые не дадут перевернуться кабине.

Достигнув необходимой высоты и дальности от места аварии, купол на потолке кабины раскрывается и выпускается парашют.

Происходит снижение, сопровождающееся уменьшенной тягой догорающих двигателей, продолжающих плавно отводить кабину в сторону. Перед самым приземлением срабатывает реактивная система, «толкающая» кабину вверх в промежутке 0.2-0.8 секунды, что обеспечивает минимизацию ударного воздействия о твёрдый грунт. Затем экипаж либо самостоятельно покидает агрегат, либо дожидается спасательного расчёта.

Внутри кабины необходима установка звукоизоляции, специальных поручней и быстрозастёгивающихся креплений верхнего корпуса человека наподобие ремней безопасности, чтобы во время эвакуации люди не получили никаких травм.

Разработка агрегата посадки и эвакуации экипажа в пилотируемые корабли — очень сложная и требующая многих знаний и опыта в различных областях деятельности тема. Для качественной проработки технологии может потребоваться немалое время и большое количество специалистов, способных оценить ту или иную сторону вопроса для достижения наибольшей эффективности. Однако стоит помнить, что безопасность является важным моментом в области ракетно-космической техники, поэтому для её обеспечения следует использовать все возможные средства.

Рентгеноскопический неразрушающий контроль элементов конструкции самолета типа Ил-76 с сотовым заполнителем

Поспелов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крылов А.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
pospelov97@mail.ru

Одним из важных мероприятий инженерно-авиационной службы по поддержанию заданной исправности воздушных судов (ВС) военного назначения является своевременное обнаружение дефектов за счет использования методов неразрушающего контроля.

В ВКС используется множество различных методов неразрушающего контроля, к основным из них можно отнести:

• Вихретоковый метод;
• Ультразвуковой метод;
• Оптиковизуальный метод;
• Акустический импедансный метод;
• Тепловой метод;
• Радиационный метод, который, в свою очередь, делится на рентгенографический и рентгеноскопический. В рамках проведенных исследований для контроля элементов конструкции с сотовым заполнителем использовалась рентгеноскопическая установка «Норка». Контроль проводится по следующей методике:

1 Формирование исходных данных:
• Параметры, характеризующие установку «Норка»;
• Параметры, характеризующие особенности конструкции воздушного судна;
• Ограничения согласно цели исследований;
2 Методика рентгеноскопического контроля сотовых конструкций ВС:
2.1 Подготовка и настройка параметров установки «Норка»:
• Подготовка проверяемого объекта и установки к контролю;
• Выбор схемы просвечивания;
• Определение параметров анодного тока и напряжения;
• Определение фокусного расстояния от излучателя до объекта контроля;
• Определение влияния угла отклонения излучателя относительно объекта контроля на качество снимка.
2.2 Модель оценки качества снимка:
• Формирование базы снимков, которая учитывает параметры анодного тока, фокусного расстояния от излучателя до объекта контроля;
• Экспертная оценка базы снимков и дисперсионный анализ экспериментальных данных;
• Рекомендации по настройке параметров установки;
2.3 Выполнение дефектации объекта контроля:
• Корректировка параметров установки «Норка» согласно модели оценки качества снимков;
• Дефектация объекта контроля согласно схеме просвечивания;
• Расшифровка снимков, анализ результатов;
3 Формирование рекомендаций по выполнению неразрушающего (рентгеноскопического) контроля деталей с сотовым заполнителем ВС.

Таким образом, контроль элементов конструкции ВС с сотовым заполнителем с использованием рентгеноскопической установки «Норка» позволил качественно проводить дефектацию с меньшим количеством снимков за счет настройки анодного тока на излучателе. Полученные рекомендации реализованы в авиационной части и в учебном процессе ВУНЦ ВВС «ВВА» на кафедре восстановления авиационной техники.

Баллистические характеристики потоков частиц запреградного облака фрагментов ударника при высокоскоростном пробитии тонких сеточных преград

Пыриков М.Д.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Шумихин Т.А.
МАИ, Москва
m.pirikov@yandex.ru

Угроза повреждения космического аппарата (КА) твердыми частицами микрометеороидного или техногенного происхождения (ММТ) требует специальных мер защиты. Американским астрофизиком Фредом Уипплом (Fred Whipple) была предложена облегченная защитная противометеороидная схема, согласно которой на определённом расстоянии перед стенкой КА нужно установить дополнительную преграду. Удар высокоскоростной космической частицы об эту преграду вызовет её интенсивную фрагментацию с образованием низкоплотного облака мелких фрагментов. Из-за расширения облака в боковые стороны удельный ударный импульс, действующий на стенку КА, значительно уменьшается. По весовым характеристикам схема Уиппла может быть примерно в 5 раз легче одинарной толстой стенки с эквивалентной устойчивостью к пробиванию в определённом диапазоне скоростей. Благодаря комбинации сплошных и сеточных преград, а также элементов на тканевой основе вес этих схем защиты удалось снизить примерно на тридцать процентов по сравнению с обычной схемой Уиппла аналогичной эффективности. Удачное использование сеток стало мотивацией дополнительного исследования свойств одиночных и множественных сеточных преград. Впервые стальные сетки использовались в защитных схемах на модуле Международной космической станции (МКС) «Заря». Основным отличием повреждений свидетеля при пробитии тонких сеточных преград от сплошных преград является локализация масс ударника в потоки частиц в зависимости от структуры преграды. Импульс воздействия потоков может быть существенным, а картины распределения меняться в зависимости от точки попадания на рельеф сетки, которую в реальном эксперименте сложно установить, в отличие от модельного эксперимента с водой, который позволяет: использовать высокоскоростную съемку, оценить распределение масс, варьировать все параметры в широком диапазоне и набрать обширную статистику, поскольку нет ограничений по числу экспериментов.

Моделирование процессов высокоскоростного удара с помощью жидкости возможно, поскольку при заданных условиях числа We(Вебера) и Re(Рейнольдса) равны. В данной работе описаны и изучены три характерных типа распределения в зависимости от попадания: в центр ячейки сетки с образованием одного центрального, 4-х средних и 4-х малых потоков, в перекрестие сетки с образованием 4-х равных потоков, и в середину между перекрестиями с образованием 2-х средних и 4-х малых потоков. Также получены данные, опровергающие предположение о том, что при различных типах распределения образуются количественно разные потоки по массе. Во всех экспериментах получено примерно одинаковое значение наибольшего потока. Предположительно это говорит о некотором эффекте запирания, характерного для сеточной преграды, согласно которому в ячейку не может протечь больше определенного объема за единицу времени. Соответственно масса капли перераспределятся на соседние ячейки.

Если будет подтвержден подобный эффект в реальном эксперименте, то можно будет применять более выгодные сеточные преграды, не опасаясь образования одного крупного импульса, способного разрушить защитные конструкции аппарата, выходя за расчетную прочность.

Как стать космонавтом гражданину СНГ?

Пыхалова Э.А.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
erika.pykhalova@mail.ru

В России космонавтом может стать только гражданин РФ, никаких двойных гражданств или подданств. В то же время США допускает двойное гражданство. Обе страны требуют соответствующего образования и опыта работы, однако в НАСА также требуется тысяча часов пилотирования реактивного самолета. Обе страны требуют хорошей физической подготовки и отменного здоровья. Опуская мелкие детали, перейдем к процессу выбора страны на основе задаваемых параметров при отборе кандидатов.

Итак, если физическая подготовка и здоровье позволяют, кандидату в космонавты стоит сразу определиться со страной, на которую нацелена работа. Сделать свой выбор стоит еще до поступления

в институт. Россияне могут рассматривать и РФ, и Америку, в то время как остальные страны СНГ могут рассчитывать только на НАСА — ведь в России нет возможности получить работу по специальности из-за ГОСТАЙНЫ. Образование по технической специальности можно получить где угодно, однако при поступлении на работу в РФ на космическую отрасль можно получить отказ из-за длительного проживания за границей, поэтому стоит выбирать российский вуз. После окончания обучения необходимо отработать по специальности минимум три года и за это время подтянуть физическую подготовку, не испортить здоровье, поднатаскать языки в США также налетать 1000 часов, чтобы затем подать документы на рассмотрение в приемную комиссию. В РФ требования по приему на работу гораздо жестче, во многом из-за этого у НАСА больший выбор из числа кандидатов, в РФ наблюдается дефицит претендентов на полет в космос.

Анализ запусков спутников типа «КубСат» в 2017 году

Саркисян И.А.
Научный руководитель — Оделевский В.К.
МАИ, Москва
is.sarkisyan@yandex.ru

Начиная с 2003 года во всем мире возрастает интерес к созданию и использованию для решения различных задач микро. и наноспутников, разработанных с использованием технологии «КубСат».

Технологии «КубСат» были разработаны в 1999 году Калифорнийским политехническим и Стэнфордским университетами под руководством профессора Боба Твиггса (факультет аэронавтики и астронавтики, Стэнфорд), чтобы упростить создание сверхмалых спутников.

Термином «CubeSat» обозначаются спутники стандарта, называемого "1U" (U-Юнит), размером 10x10x10 см при весе не более 1,33 кг. Стандарт допускает объединение 2 или 3 стандартных кубов в составе одного спутника (обозначаются 2U и 3U и имеют размер 10x10x20 или 10x10x30 см). Можно встретить аппараты и с большим числом Юнитом, к примеру CICERO-6, состоящий из 6 стандартных кубов.

В результате анализа запуска спутников типа «КубСат» в 2017году установлено, что в этом году количество запусков по сравнению с 2016 годом увеличилось примерно в 5 раз, причем наибольшее количество запусков проведено в США и Китае.

В создании и использовании информации с этих спутников принимали участие более 87 организаций из 38 стран мира, включая не только высокоразвитые, но и страны с развивающейся экономикой. Наиболее активное участие в этих работах принимают организации, связанные с военно-промышленным комплексом, высшие учебные заведения и коммерческие организации. Для решения отдельных задач создаются объединения университетов и организаций различных государств.

Основными странами, обеспечивающими запуски спутников типа «КубСат», с использованием ракет-носителей, в том числе при попутном запуске, а также с использованием возможностей Международной космической станции являлись США, Индия, Китай, Россия и Япония. Орбиты, на которые запускались спутники типа «КубСат», имели высоту 250-600 км, наклонение 51- 98 град.

В настоящее время на основе спутников типа «КубСат» созданы и эксплуатируются в США системы ДЗЗ и мониторинга морских судов; в Европе, под руководством Германии, создана система мониторинга параметров верхней атмосферы 200-380 км с участием 37 стран, представляющих 50 организации.

Диапазон задач, решаемых на спутниках типа «КубСат», достаточно широк и охватывает задачи практического использования при мониторинге морских судов, атмосферы и поверхности Земли, задачи отработки новых технологий, приборов, средств связи, материалов и программного обеспечения для создания нового поколения аппаратов исследования и использования околоземного космического пространства и дальнего космоса.

Особенности стартового комплекса

Сельцова С.А., Бабешкина Е.Н.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
www.Golubyanka@yandex.ru

Ракетно-космический комплекс включает в себя многие составляющие: ракето-носитель, космический аппарат, наземное оборудование и др. В нашей работе подробнее остановимся на стартовом комплексе, который занимает особое место в космической отрасли. В СК входят

следующие объекты: стартовая платформа, башня обслуживания, пусковое устройство, кабель-мачты.

Одна из самых важных целей стартового комплекса –обеспечение запуск. ракетоносителя для выведения полезной нагрузки в открытый космос. Эта цель достигается рядом многочисленных работ, осуществляемых на стартовом комплексе, а именно:

1. Транспортирование РКН до пускового устройства.
2. Установка.
3. Заправка ракетоносителя и разгонного блока компонентами топлива.
4. Поддержание техники в готовности и др.

Стоить отметить, что при запуске некоторые составляющие стартового комплекса контактируют с продуктами горения двигательных установок. Поэтому необходимо использовать жаростойкие прочные материалы для стойкости конструкций и многоразового использования. Еще очень важным фактором является воздействие окружающей среды (дождь, снег, ветер, температура и т.д.).

Стартовый комплекс является одним из важных и опасных частей наземного оборудования. Прогресс не стоит на месте и стремится к тому, чтобы технические и технологические процессы были автоматизированы. Принципы действия меняются, однако доскональный контроль ракетоносителей на всех этапах работы и безопасность являются основными аспектами для успешного запуска в открытый космос.

Использование природного газа в качестве горючего

Смирнов В.С.
МАИ, Москва
vlasmir98@mail.ru

В ракетно-космической технике в качестве топлива широко эксплуатируется комбинация криогенного и высококипящего компонентов (в качестве окислителя- кислород, а в качестве горючего – керосин). В то же время наиболее благоприятным является сочетание криогенных компонентов жидкий кислород (горючее) и жидкий водород (окислитель). Достоинства этого сочетания неоспоримы, но имеются и недостатки: большая вероятность взрыво- и пожароопасности, плохо развитое производство на территории России, необходимость сложного оборудования, дороговизна, сложности в хранении; а также отсутствие водорода в чистом состоянии в окружающей среде.

Оптимальным вариантом является использование нового горючего – сжиженного природного газа (СПГ). Достоинства такого типа криогенного топлива: высокие теплотворные способности, отсутствие образования кокса, низкая стоимость (по сравнению с жидким водородом), возможность получения газа в непосредственной близости с космодромом, неограниченная сырьевая база, наличие сетей газопроводов.

Использование жидкого кислорода в паре с СПГ дает возможности: создания жидкостно-реактивного двигателя (ЖРД) с высокой эффективностью в паре с восстановительным газогенератором замкнутого цикла; производства многоразового ЖРД с наименьшим циклом послеполётного обслуживания; заметного снижения издержек на создание двигательной установки, а также носителя в сравнении с применением кислород + водород как топливной пары. Кроме того, СПГ имеет низкие коксообразующие характеристики, в сравнении с топливной парой кислород-керосин — высокую тяговую характеристику.

В связи с этим СПГ является одним из самых перспективных топлив для ракетоносителей. Естественно, учёным и инженерам нужно решить большое количество задач и вопросов, относящихся к введению в производство ЖРД на СПГ, но имеются основания думать, что в предстоящих полетах будет использоваться природный газ.

Транспортная космическая система как следующий этап развития космической деятельности

Суворова А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
liza.znegireva.00@mail.ru

Для повышения эффективности космической деятельности сегодня настоятельно требуется ввести понятие «транспортная космическая система», поскольку только системный подход позволит

добиться максимального результата при заданном уровне затрат или обеспечить требуемый уровень целевого результата при минимизации затрат.

В связи с отсутствием понятия транспортной космической системы, с системных позиций рассматриваются, например, элементы космической системы, которая, как правило, включает один космический аппарат, один тип ракеты-носителя и т.д. Для другого типа космического аппарата будет и другая космическая система. В условиях перехода от исследовательских задач в космосе к процессам его освоения целесообразно объекты, участвующие на регулярной основе в запусках космических аппаратов, рассматривать не в отдельности, в том числе и при совершенствовании качества отдельных элементов, входящих в транспортную космическую систему, а с системных позиций, когда совершенствование качества транспортной космической системы в целом превалирует над совершенствованием качества отдельных её элементов. Это уже сейчас сдерживает развитие космонавтики в России и может серьёзно затормозить её движение вперед, в том числе и освоение новых технологий. Поэтому представляется целесообразным изменить взгляд на используемые сейчас термины и ввести дополнительный для описания технически совершенной, экономически эффективной (многоразовой) роботизированной системы, обеспечивающей транспортные услуги по перемещению в Космос и обратно человека и грузов. Это обеспечит комплексное развитие всех составных частей системы и, естественно, повышение качества системы в целом.

Космическую систему следует рассматривать как многофункциональную космическую систему, включающую, в том числе и многоразовые элементы. При этом в понятии «транспортная космическая система» их не следует рассматривать в отдельности. Представляется, что будущее космонавтики во многом будет зависеть от того, как транспортные космические системы смогут реализовывать свои функции, используя все входящие в систему элементы. Это должно сделать пуски РН более дешевыми за счёт унификации и обеспечит новый шаг в освоении космоса.

Автоматизированная система складского учёта запчастей, инструментов и принадлежностей

Фатеев С.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Ступино
fatser.95.17@yandex.ru

Целью работы — облегчить контроль количества запчастей и состояния инструментов и принадлежностей, используемых в той или иной сфере деятельности.

Для снижения вероятности принятия неправильного решения предлагается система, которая будет хранить информацию о деталях, инструментах и принадлежностях, используемых при создании продукта. Принимая номер или наименование изготавливаемого изделия, система выдаст информацию о количестве необходимых деталей, хранящихся на складе. Так же система должна извещать пользователей о приближении количества деталей к критически малому значению. Это позволит лучше подготовить план производства и снизить вероятность простоя.

Инструменты и принадлежности, как известно, требуют к себе особого внимания. Для обеспечения качественной продукции, кроме компетентного работника, необходим качественный инструмент. Естественно, невозможно покупать новый после каждой проведённой работы, но игнорирование его состояния неизбежно приведёт к ухудшению качества продукции. Оптимальным решением считается периодическое проведение мероприятий по проверке пригодности инструмента для выполнения работ. Система позволит отследить время проведения следующего такого мероприятия и результат последнего мероприятия, снизит вероятность простоя и повысит качество изделий, а также обеспечит своевременное предоставление необходимой информации.

Чтобы данные предлагаемой системы были всегда под рукой и можно было осуществить доступ к ней в любой момент с любого терминального устройства, в качестве интерфейса предлагается использовать кросс-платформенные автономные отказоустойчивые веб-приложения [1, 2, 3].

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.

3. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н., Терентьев М. Н. Система мониторинга крупномасштабных объектов на базе многошлюзовой БСС с автономными отказоустойчивыми веб-клиентами // Электросвязь. 2017. №9. С. 60–66.

Проектирование и расчет вакуумной системы для проведения экспериментальной отработки спутника типа «CubeSat»

Фролов С.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Заговорчев В.А.
МАИ, Москва
fsd.95@yandex.ru

В последнее десятилетие отмечается значительный рост числа запусков пико- и наноспутников, масса которых не превышает 10 кг. Большой вклад в это направление вносит стандарт «CubeSat», в соответствии с которым проектируют и изготавливают большинство подобных спутников.

Преимуществами формата «CubeSat» являются относительная дешевизна и быстрота в разработке, что позволяет формату быть хорошей платформой для изучения новых подходов в ракетно-космической технике и дает возможность продемонстрировать передовые технические и технологические решения.

При разработке спутника «CubeSat» проводится экспериментальная отработка спутника в целом отдельных его подсистем. Как правило, обязательными являются вибрационные, радиационные и термовакуумные испытания.

При имитации космоса проводят термовакуумные испытания. Отработка космического летательного аппарата и его элементов в термовакуумной камере является комплексной или многофакторной, так как на объект испытания одновременно воздействуют минимум два фактора – температура в диапазоне от -130ºС до +150ºС и вакуум в диапазоне от 10^{-3} — 10^{-6} Па.

Целью таких испытаний являются: экспериментальная отработка космического летательного аппарата на функционирование в условиях космической среды, определение предельных возможностей объекта испытаний и его термоизоляции, определение прочностных характеристик конструкции, а также согласование математической модели температурных режимов аппарата в целом и его элементов.

Для проведения термовакуумных испытаний используют вакуумные камеры различных объемов, где размещаются различные имитаторы солнечного и планетного излучений, а также охлаждаемые криогенными жидкостями экраны с целью обеспечения иммитации космического пространства.

Расчет вакуумной системы как сложной технической системы начинается с постановки задачи и выполняется в два этапа:

1) Предварительный расчет, в результате которого определяется принципиальная схема вакуумного стенда, виды и характеристики насосов, запорно-регулировочная арматура и параметры трубопроводов.

2) Поверочный расчет, в результате которого уточняются параметры насосов, размеры трубопроводов и соединительных элементов, определяется время достижения заданного рабочего давления.

В работе проведен расчет вакуумной системы, подобрано оборудование и представлена её схема. Данная вакуумная система имеет несколько преимуществ: высокую надежность и наличие доступных комплектующих изделий. Кроме этого, разработана инструкция по эксплуатации вакуумной установки для получения высокого вакуума для экспериментальной отработки спутника типа «CubeSat» (на основе вакуумной установки У2-В).

Список литературы

1. Вахрушев Н.В., Пьянков И.Н., Рязанов М.Н. Обзор форм-фактора спутников Cubesat // Студенческая наука XXI века. 2016. № 3 (10). С. 100-106.

2. Юрьева А.В. Расчёт вакуумных систем: Учебное пособие. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. — 114 с.

Анализ национальной спутниковой инфраструктуры и системы информационных коммуникаций и путей их развития в Республике Казахстан

Хайрушев Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Оделевский В.К.
МАИ, Алматы, Казахстан
khairushev.denis@gmail.com

Для Казахстана с его научным и технико-технологическим потенциалом развитие эффективной национальной спутниковой инфраструктуры и системы информационных коммуникаций становится одним из ключевых факторов устойчивого экономического и технологического роста. С целью реализации этой задачи в Республике Казахстан были спроектированы и запущены на геостационарную орбиту телекоммуникационные спутники «KazSat-1», «KazSat-2» и «KazSat-3».

«KazSat-1» – легкий спутник телекоммуникационной связи. Точка стояния 103° ВД. Разработан и собран ФГУП «ГКНПЦ имени М. В. Хруничева» совместно с рядом партнеров по заказу Аэрокосмического комитета Министерства оборонной и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан. Пуск спутника состоялся 18 июня 2006 года. Зона покрытия охватывала всю территорию Казахстана, прилегающую часть Центральной Азии и Московскую область. В 2008 году произошел ряд сбоев в работе спутника, связанных с ориентацией и стабилизацией, после которых в августе 2009 года «KazSat-1» был направлен на орбиту захоронения.

«KazSat-2» – спутник фиксированной связи Казахстана. Космический аппарат телекоммуникационной связи был создан ФГУП «ГКНПЦ имени М.В. Хруничева» при поддержке итальянской компании ThalesAleniaSpace по заказу АО «Республиканский центр космической связи». Запуск спутника был осуществлен 16 июля 2011 года. Точка стояния 86,5° ВД. Были сделаны выводы из истории с «KazSat-1». В документы внесены изменения, и в случае форс-мажорных обстоятельств изготовителю будет необходимо нести ответственность. Спустя год после начала работы ресурсы спутника используются на 35 %.

«KazSat-3» — коммерческий геостационарный телекоммуникационный спутник Республики Казахстан, изготовлен в ОАО «ИСС имени академика М.Ф. Решетнёва» по заказу АО «РЦКС». Пуск был произведен 28 апреля 2014. Точка стояния 58,5° ВД. Космический аппарат был разработан в целях предоставления услуг связи и вещания для DTH, широкополосные системы и VSAT, передача голоса и данных, связь для видеоконференций.

Анализ проведенных работ по информатизации с использованием спутников типа «KazSat» показал, что для Казахстана аренда зарубежных (то есть казахстанские операторы не являются их собственниками) спутников связи обходится очень дорого. Поэтому с построением спутников связи «KazSat» была решена большая часть проблем, связанных с информационным обеспечением в Республике Казахстан. Спутники связи «KazSat-2» и «KazSat-3»расширили круг информационных услуг, а также способствуют работе электронного правительства, интернета и мобильной связи в Республике.

Замещение огневых стендовых испытаний ракетных двигателей программным обеспечением

Черданцева Е.Д., Хамадов Р.Р., Карлов А.А.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
ched2012@icloud.com

На протяжении всего процесса изготовления ракетного двигателя необходимо проводить ряд тщательных проверок и испытаний. После непосредственной сборки двигатель поступает на стенд для проведения наземных комплексных испытаний, в процессе которых подтверждается работоспособность ракетного двигателя. Недостаточно полные знания о закономерностях протекания рабочих процессов в ракетных двигателях, сложность прогнозирования конечных исходов в зависимости от конкретных условий, высокие требования к надежности и безопасности функционирования, сроки выполнения и стоимостные затраты – все это обусловливает необходимость проведения огневых испытаний.

Огневые испытания являются важной частью программы разработки ракетного двигателя, предшествующей его лётным испытаниям. Этап огневой стендовой отработки является самым трудоемким, продолжительным (весь цикл работ, связанных с огневыми испытаниями, например, ракетной ступени, начиная от подготовки к огневым испытаниям, занимает несколько месяцев) и

дорогостоящим этапом в процессе создания ракетного двигателя. В настоящее время, в связи с увеличением количества успешных запусков ракет по всему миру (начиная с 2010 года количество успешных запусков возросло с 53 до 85 в год), возрастает необходимость проведения большего числа предварительных наземных испытаний, что, в свою очередь, ведет к еще большим затратам. В связи с этим вопросы, касающиеся изучения огневых стендовых испытаний и возможности замещения испытаний программным обеспечением, становятся особо актуальными.

В данный момент существует специализированное программное обеспечение для моделирования огневых испытаний современных ракет. Проект позволит существенно сократить сроки и сэкономить денежные средства на испытаниях. Исследовательский механизм моделирования ученые смогли создать с помощью суперкомпьютера, созданного в «Росатоме». Особенностью разработки является тот факт, что все вычисления в ходе проведения исследования в виртуальной среде позволяют добиться высоких показателей в плане точности измерений и технологической обоснованности. Суперкомпьютер — гибридная кластерная вычислительная система ГКВС- 25 общей производительностью 85 терафлопс (т.е. 85 трлн операций в секунду) — позволяет вычислить любые технические отклонения на самом важном этапе запуска ракеты — на старте. В этот момент двигатели и сама конструкция испытывают огромные перегрузки, которые могут вызывать сбои в работе. Суперкомпьютер оценивает все риски, колебания корпуса, деформации, давление в трубопроводах и т.д.

Актуальность посадочного аппарата insight

Шубина М.А., Егорова А.В., Гапанькова Е.С.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
intelligentfool@yandex.ru

На счету NASA множество открытий и исследований Солнечной системы. Чем привлекает Марс? Обычно — различными нагорьями, высокими хребтами. Но для миссии Insight для изучения нужно совсем другое место. Плоскогорье Элизий.

Суть миссии insight заключается в изучении внутреннего строения Марса. До этого миссии на Марс в основном изучали поверхностную часть планеты. Но, чтобы понять, как формировались процессы, нужно заглянуть в глубь планеты. Для этого нужно изучать внутренние показатели Марса: реакции на внешние воздействия, пульс и температуру.

Получение таких данных поможет заглянуть в прошлое и понять, как формировалась планета. И не только Марс, но и схожие с ним. Исследование проходит с помощью трех инструментов: шестисенсорный сейсмограф позволит изучить сейсмические волны и понять, почему они возникают; прибор для изучения теплового потока поможет узнать количество тепла, выходящего из-под поверхности Марса (это исследование поможет выявить схожесть планеты с Землей); эксперимент вращения будут осуществлять с помощью радиостанций марсохода, он поможет оценить колебания оси вращения Марса.

Чтобы миссия insight прошла успешно, понадобится посадочная площадка, отвечающая некоторым специальным критериям. Insight не будет передвигаться по поверхности Марса, а останется на одном месте.

Место для посадки выбиралось из мест на поясе вокруг экватора, где солнечные панели insight смогут получать нужное количество света для работы его систем, которого хватит на целый год. Поиск места, которое будет безопасным для приземления и дальнейших исследований с развертыванием солнечных панелей, занял достаточно времени.

В чем же состоит актуальность данного исследования? Возможно, это большой шаг к колонизации Марса. Возможно, мы сможем узнать о формировании Земли и Марса, о том, почему эти планеты стали такими разными.

Список литературы

1.https://mars.nasa.gov/insight/
2.https://ru.wikipedia.org/wiki/InSight

Способы управления полетом летательных аппаратов

Ярилов П.А.
Научный руководитель — Гусев Е.В.
МАИ, Москва
pavelyarilov@icloud.com

В данной работе проведен анализ различных способов управления полетом летательных аппаратов (ЛА) с целью выявления расширения функциональных возможностей управления полетом ЛА, его живучести и отказобезопасности.

В первой системе управления ЛА для осуществления ограничения предельных эксплуатационных значений характеристик (угла атаки, характеристик устойчивости, управляемости ЛА и т.п.) применяется четырехканальная вычислительная часть, которая производит конвейерную обработку информации. Каждый канал вычислительной части выполняют с возможностью расчетного определения сигналов управления по структуре "канал-модель". В процессе вычислений используют решающий и модельный процессоры, контролируют работу вычислительной части, питание электрических устройств и датчиков.

Недостатками известного способа являются:

• Отсутствие возможности реконфигурации системы в случае отказа каналов управления;

• Недостаточно полный контроль сигналов резервированных каналов для определения исправности всех систем.

Применяется способ управления ЛА, при котором вычисления выполняются с резервированным определением сигналов управления. Данные передаются по разветвленной сети из линий передачи данных, осуществляется согласование управляющих сигналов и направление их к исполнительным органам элементов.

Недостатки указанного способа: ограниченность его функциональных возможностей; не предусмотрена реконфигурация систем в случае отказа; недостаточность надежности и контроля исправности этих систем.

Задача устранения указанных недостатков решена путем реконфигурации структуры вычислительно-управляющего оборудования системы управления ЛА с обеспечением его повышенной надежности, живучести и отказобезопасности.

Эта цель достигается за счет возможности реконфигурации структур вычислительно-управляющего оборудования комплексной системы управления (КСУ), обеспечивающей три режима работы – основной, альтернативный (упрощенный) и резервный (аварийный), и контроль исправности резервированных каналов управления. Контроль исправности каналов управления осуществляют методом проверки разности сигналов одного сечения каждого канала между собой. Если все вычислители-резервы всех сечений каналов управления системы исправны и в КСУ поступает вся необходимая информация из комплекса бортового оборудования (КБО), то КСУ работает в основном режиме. При отказах во взаимодействующих системах КБО, либо при нарушении связей с КБО, либо при числе вычислителей в каждом контрольном сечении не менее 3-х или при возникновении более 2-х последовательных отказов в разноименных контрольных сечениях вычислительного тракта любого из каналов управления производят автоматическое архитектурное преобразование (реконфигурацию) блоков системы и КСУ переводят в альтернативный (упрощенный) режим управления, при котором задействованы все функциональные компоненты КСУ без взаимодействия с КБО. После второго отказа вычислителей-резервов в каком-либо одном контрольном сечении тракта формирования и передачи сигналов в любом из каналов управления на уровне СДУ КСУ автоматически переходит в резервный (аварийный) режим управления.

Таким образом, применение указанного способа позволяет расширить функциональные возможности способа управления полетом ЛА путем реконфигурации структуры вычислительно-управляющего оборудования КСУ с обеспечением его повышенной надежности, живучести и отказобезопасности.

Направление №6 Робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение

Секция №6.1 Робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение

Пилотируемо-автоматический летательный аппарат для аэро-фотосъёмки

Босак Д.В.
МАИ, Москва
Daniil.Bosak@gmail.com

ПАЛАДАФ – акроним от назначения этого проекта, «Пилотируемо-автоматический летательный аппарат для аэрофотосъёмки». Проект представляет собой авиамодельный (или уже не «модельный», но авиационный?..) авиационный комплекс (АК), состоящий не только из авиамодели (размах крыла 2 метра, расчётный взлётный вес порядка 3,5кг), оборудованной автопилотом и видеосистемами, но и наземной (в перспективе) системы, отображающей и записывающей данные телеметрии, видео, а также осуществляющей отслеживание самолёта в пространстве и направление на него узконаправленных антенн для лучшей связи.

Проект в стадии постройки, однако уже способен выполнять некоторые задачи.

Данный аппарат собирается дома, одним человеком. Большая часть комплектующих приобретена, в том числе, напрямую у зарубежных производителей (например, система автопилота – Польша). Однако применялись, в некоторых частных задачах этого проекта, и собственные методы, приборы, технологии: автором разработана адекватно работающая система БАНО с изучением и применением навыков программирования на коде ArduinoWiring (на основе C++), технологии пассивной защиты планера, в конструкциях комплекса применяются аддитивные технологии – 3D полимерная FDM печать оригинальных конструкций.

В основе идеи применения самолёта лежит ответвление авиамоделизма – FPV (FirstPersonView)– технологии, когда пилот управляет моделью не напрямую, а через экран монитора и/или специальные очки, крайне схожими с ныне модными VR (VirtualReality) очками. Для большего эффекта камеру на модели оснащают поворотными механизмами, а на очки крепятся акселерометры – для отслеживания движения головы пилота. В результате достигается эффект – когда пилот поворачивает голову, камера на модели также поворачивается, чем достигается дополнительное «погружение» в полёт. Данная опция не была (пока) установлена на ПАЛАДАФ, так как необходимость её отсутствовала.

Краткие характеристики и задачи АК ПАЛАДАФ:

• Пилотирование моделью в «классическом», ручном режиме (с пульта);

• Полностью автоматическое выполнение задания (в том числе взлёт-посадка) с подачей команд через Android-смартфон;

• Обеспечение необходимого радиуса действия;

• Обеспечения времени полёта 30-40 минут;

• Достаточная надёжность комплекса;

• Простота и технологичность комплекса (его мобильность и быстрота развёртывания систем).

В настоящее время идёт постройка первообразного комплекса, с последующим решением поставленных задач.

Проблемы внедрения технологий искусственного интеллекта

Аллахвердиева Ф.Х.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Истомина Н.Л.
МАИ, Москва
fatima.allakhverdieva@yandex.ru

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) ведет к появлению ряда проблем: технического характера (создание элементной базы, достоверной обучающей выборки, объемов памяти для ее хранения) и социального (риски общества, связанные с отсутствием навыков действий). С другой стороны решение проблем ведет к развитию науки и техники. Представлен

пример замены натурных испытаний космических аппаратов новыми методами моделирования и обработки больших данных.

Искусственный интеллект — это способ сделать компьютер, компьютер-контролируемого робота или программу способную также разумно мыслить как человек. Сегодня искусственный интеллект (ИИ) используется в управлении техническими системами, прогнозировании поведения сложных систем, обработке баз данных[2].

Технологии создания систем с искусственным интеллектом активизируют исследования в области физики, химии, биологии, психологии и работы по реализации этих технологий в приборном исполнении. Развитие логистических процедур для нейросетей требует использования нейроморфных чипов, что стимулирует интерес к созданию необходимой элементной базы. В этой связи интересны системы с резистивными переключениями, пригодные для изготовления «мемристоров». Основу этих приборов на данном этапе развития техники составляют явления электродиффузии различных точечных дефектов, явления самоороганизации дефектов и их влияние на электронный транспорт в различных системах [1].

Функционирование систем ИИ сталкивается с некоторыми проблемами, так проблема внедрения связана с необходимостью подготовки достоверной обучающей выборки и объемов памяти для ее хранения. Пути решения этой проблемы можно найти развивая технологии больших данных и методы кластеризации данных. Такие методы позволят сократить размерность данных либо перейти на комплексирование данных (композитные характеристики объекта) или сделать срез.

Компании Apple и Huawei уже создали и используют элементную базу ИИ, устанавливая на свои модели смартфонов процессоры A11 Bionic и Kirin 970. Эти устройства предназначены для анализа, обработки и хранения информации вне облака. Их догоняет Samsung, который на выставке MWC 2018 – GSMAMobileWorldCongress (Международная выставка и конгресс средств и услуг мобильной связи, Барселона,февраль 2018 года) представил новый чип для устройств GalaxyS9 и S9+[3].

Но и ИИ, в сою очередь порождает проблемы: от внедрения ИИ возникают риски, связанные с тем, что человечество ранее не сталкивалось ни с чем подобным, поэтому не знает четких действий по тому, как вести себя с ИИ [4]. Это проблема связана с внедрением технологии социальной инженерии. Как технологии ИИ могут манипулировать людьми? Безопасны ли они?

С другой стороны ИИ позволяет обрабатывать большие объемы данных. Например, ИИ играет доминирующую роль в замене натурных испытаний космических аппаратов новыми методами расчета и моделирования эксперимента столкновения с ними космического мусора, обтекания аппаратов плазменными потоками.

Список литературы

1. А.Гудков, А.Гогин, М.Кик, А.Козлов, А.СамусьМемристоры – новый тип элементов резистивной памяти для наноэлектроники //ЭЛЕКТРОНИКА: НАУКА, ТЕХНОЛОГИЯ, БИЗНЕС Изд. РИЦ "ТЕХНОСФЕРА" (Москва), 204. №137. С. 156-162

2. Искусственный интеллект // NEURONUS.comURL: https://neuronus.com/stat/1258-chto-takoe-iskusstvennyj-intellekt.html (дата обращения: 22.02.2019).

3. MWSBarselona 2019 URL: https://www.mwcbarcelona.com/ (дата обращения: 22.02.2019).

4. Разработка методики построения нейронной сети на основе простых адаптивных элементов// Труды МАИ URL: https://mai.ru/upload/form/not_image/39b/efimov-e.-n._-shevgunov-t.-ya.pdf (дата обращения: 22.02.2019).

Использование интегрированных информационных технологий для разработки перспективных робототехнических систем военного назначения

Беклемищев Ф.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов К.М.
МАИ, Москва
philipsmsk@gmail.com

В настоящее время существует устойчивая тенденция к постоянному усложнению робототехнических систем (РТС) различного назначения и связанного с этим значительного удорожания этих систем. Это обусловлено необходимостью выполнения большого количества дорогостоящих экспериментальных работ, в которых применяются натурные и полунатурные модели комплексов, а также с необходимостью внесения постоянных конструктивных и технологический улучшений в процесс жизненного цикла созданного изделия [1].

Мировой опыт показывает, что одним из самых приемлемых и перспективных на сегодняшний день способов разработки новейших РТС является использование интегрированных

информационных технологий (ИИТ). Использование подобного рода технологий обуславливается тем, что исследование систем на всех этапах жизненного цикла трудно поддаётся аналитическим методам и практически неотделимо от имитационных средств, при этом значительную роль в обосновании принимаемых решений играет математическое моделирование.

ИИТ позволяют практически полностью избежать конструктивных ошибок на этапе создания РТС, открывают возможности сокращения до минимума использования предсерийных прототипов, а также значительно уменьшают объём доработок. Это подкрепляется тем, что еще на этапе проектирования имеются инструменты для всесторонней и детальной оценки характера и особенностей функционирования проектируемой системы во всем диапазоне предполагаемых условий эксплуатации.

ИИТ для разработки перспективных РТС включают как программные средства, так и оборудование. В линейку программного обеспечения (ПО) входят средства:

разработки трёхмерных моделей деталей и сборок РТС с использованием систем автоматизированного проектирования для определения геометрических и массово-инерционных характеристик;

моделирования динамики движения объектов, которые подразделяются на: программные комплексы динамического анализа многозвенных систем, системы модельно-ориентированного проектирования.

В настоящей работе рассмотрено использование ИИТ на примере разработки адаптивного авиационного катапультного устройства (ААКУ). В данном процессе используется ИИТ, включающая в себя системы автоматизированного проектирования SolidWorks, программный комплекс автоматизированного динамического анализа EULER и среду модельно-ориентированного проектирования SimInTech [2]. Данные программные продукты связаны между собой единым объектом проектирования и форматами передачи данных, что позволяет характеризовать их как ИИТ.

По результатам использования ИИТ получены следующие результаты:

• Определены параметры быстродействующих приводов-толкателей (БПТ) в соответствии с массово-инерционными характеристиками отделяемых полезных нагрузок;

• Разработана и верифицирована на основе экспериментальных исследований математическая модель исполнительной части (ААКУ), включающая в себя общий источник энергии для двух независимых БПТ [3, 4];

• Получены характеристики и рабочие процессы БПТ в процессе катапультирования полезной нагрузки.

Список литературы

1. Вавилов Д.В. Технологии разработки человеко-машинных интерфейсов перспективных информационно-управляющих систем [Текст] / Д.В. Вавилов, Е.Л. Черняков // Проблемы развития корабельного вооружения и судового радиоэлектронного оборудования. 2018. – Т. 1. № 3-1 (16). С. 25-30.

2. Карташов Б. А., Шабаев Е. А., Козлов О. С., Щекатуров А. М. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 424 с.

3. Алексеенков А.С. Построение математической модели источника энергии и исполнительного механизма адаптивного авиационного катапультного устройства [Текст] / А.С. Алексеенков, Ф.С. Беклемищев, В.И. Лалабеков, М.Н. Правидло, С.Л. Самсонович, К.М. Тихонов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 7. С. 376-384.

4. Алексеенков А.С. Результаты математического моделирования работы источника энергии и исполнительного механизма адаптивного авиационного катапультного устройства [Текст] / А.С. Алексеенков, Ф.С. Беклемищев, В.И. Лалабеков, М.Н. Правидло, С.Л. Самсонович, К.М. Тихонов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 7. С. 400-412.

Конечно-элементный анализ прототипов механизмов с использованием системы ANSYS

Бернацкий К.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тишков В.В.
МАИ, Москва
repolog@mail.ru

В настоящее время прослеживается тенденция к усложнению робототехнических систем. Данная проблема формирует потребности в оптимизации этапов проектирования, в частности это выражается в необходимости уменьшения затрат на изготовление образцов проектируемых механизмов. К такому

классу механизмов относятся манипуляторы. Одним из наиболее важных этапов разработки подобных систем является программная отработка как прямой, так и обратной кинематической задачи, которая осложнена необходимостью тестирования совместной работы приводов и звеньев манипулятора.

Для отработки такого типа задач можно использовать уменьшенные копии проектируемых изделий. Прототипы любой степени сложности можно изготовить с использованием 3D-печати, однако для такого рода конструкций стоит учитывать высокую степень анизотропии, которая выражена слоистостью напечатанной конструкции. Таким образом, необходимо проводить расчеты на прочность с использованием конечно-элементной сетки в системе ANSYS, функционал которой позволяет определить характер деформаций и величину напряжений, возникающих в местах, где наплавляется полимер по типу полилактида(PLA) или АБС-пластика.

В данной работе проведен динамический и прочностной расчет в модулях RigidDynamics, предназначенный для анализа динамики, и TransientStructural, исполняющий задачу анализа переходного процесса, при помощи которых определено движение хвата манипулятора, а также возникающие в процессе работы напряжения и деформации. Для такого анализа разработана модель поведения полимера по типу ABS как наиболее неудобного с точки зрения неприхотливости при печати с учетом характера наплавления, выраженного высотой слоя и коэффициентом заполнения. Также разработаны трехмерные модели в среде SolidWorks со структурой изготавливаемой модели, представляющие собой оболочки определенной толщины с сеткой жесткости внутри. Разработанная модель анизотропии материала предполагает возможность нагружения модели в плоскости, перпендикулярной направлению печати, так как обычная модель не позволяет получить правильные результаты при приложении нагрузок на срез.

По результатам моделирования нагружения конструкций получены характеристики, позволяющие определять направления изготовления детали в конструкции механизма. Полученные данные также подтверждают возможность применения разработанной модели анизотропии полимера в среде ANSYS.

Сравнительный анализ систем динамического моделирования на примере гироскопа в кардановом подвесе

Бородай И.Ю.
Научный руководитель — Беклемищев Ф.С.
МАИ, Москва
jiini1797@gmail.com

Большойобъем разнообразных по содержанию и функционалу систем динамического моделирования технических систем даёт пользователю возможность выбора того или иного программного пакета для реализации поставленных задач. Однако такое разнообразие затрудняет конечный выбор в том аспекте, что каждая из систем обладает специфическими качествами, которые зачастую неизвестны пользователю без наличия опыта работы в конкретной среде. Выбор системы моделирования обуславливается не только субъективными предпочтениями пользователя, но и целями проводимых исследований. Анализ научно-технической литературы показывает, что наиболее популярными программными пакетами среди зарубежных представителей являются Matlab/Simulink, VisSim (AltairEmbed), LabVIEW, Hopsan, Scilab, среди отечественных – SimInTech, МИК, ПА9, CLASSiC [1].

В данной работе выполнен сравнительный анализ систем динамического моделирования на примере реализации модели гироскопа в кардановом подвесе на неподвижном основании в трёх программных пакетах: Matlab/Simulink, VisSim [2] и SimInTech.

Модель гироскопа содержит в себе следующие основные компоненты:

• Три основные подсистемы: Моменты инерции, ГКП и Моменты;

• Ряд блоков построения графических изображений исходных процессов; среди них четыре блока, реализующих построение графиков изменения углов поворота и угловых скоростей вокруг наружной и внутренней осей подвеса, два блока, выполняющих построение фазовых портретов этих величин.

Подсистема «Моменты инерции» осуществляет вычисление моментов инерции внешней рамки карданового подвеса относительно наружной оси подвеса. В подсистеме «ГКП» осуществляется численное интегрирование исходной системы дифференциальных уравнений гироскопа в кардановом подвесе, установленного на неподвижном основании [3]. Входы из подсистемы «Моменты инерции» представляют собой величины, которые не изменяются в процессе моделирования. Входы из подсистемы «Моменты» являются моментами сил сопротивления (трения) по осям подвеса. Число

выходов в этой подсистеме – пять: два угла поворота гироскопа, две их производные по времени и текущее значение собственного кинетического момента гироскопа. Подсистема «Моменты» использует данные об угловых скоростях поворота гироскопа и текущее значение кинетического момента для формирования величин моментов сил, которые являются выходами данной подсистемы. Формирование составляющих моментов сил, изменяющихся гармонически, происходит по однотипному правилу, воплощенному в трех полностью аналогичных подсистемах.

Сравнительный анализ реализован для модели гироскопа в представленных программных пакетах с учётом сравнения схем построения модели, времени расчёта и потребления ресурсов в процессе моделирования. В результате проведённого тестирования для 20-секундного отрезка времени быстродействие в системах Simulink и SimInTech равно 2,6 секунды, в системе VisSim – 23 секунды. Наименьшей объём памяти затрачивается системой VisSim – 17,5 мегабайта, для SimInTech необходимо 284 мегабайта памяти, для Simulink – 625 мегабайтов.

Список литературы

1. Карташов Б. А., Шабаев Е. А., Козлов О. С., Щекатуров А. М. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 424 с.

2. Клиначёв Н. В. Моделирование систем в программе VisSim: Справочная система на русском языке – 2001. URL: http://model.exponenta.ru/vsmhipru.zip (дата обращения 06.02.2019)

3. Лазарев Ю. Ф. Начала программирования в среде MatLAB: Учебное пособие. – К.: НТУУ «КПИ», 2003. – 424 с.

Разработка стенда интеграции систем БСД, БСТО, БМ и БИС самолета МС-21

Брусникин П.М., Дудкин С.О., Бобылев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
paw.brusnikin@yandex.ru

В процессе создания сложных комплексов на борту самолета, как, например, комплекс Бортового Радиолокационного Оборудования (БРЭО) и отдельных его систем, необходима отработка и отладка таких систем и комплексов и их взаимодействия на земле, до интеграции этих систем на борту самолета. Для решения таких задач применяются имитационные стенды интеграции.

Для решения задач комплексирования и проведения испытаний информационной системы (далее ИС), проверки функционирования ПО, вычислительных средств, средств передачи данных блоков из состава ИС, в том числе бортового брандмауэра (БМ), Системы бортового сервера данных (БСД), бортовой системы технического обслуживания (БСТО), бортовой информационной системы (БИС) необходимо разработать имитационный стенд интеграции и проводить ряд испытаний на стенде для демонстрации правильности реализации исполнения информационной системы.

Работа посвящена разработке стенда интеграции систем БСД, БСТО, БМ и БИС.

Целью работы является создание комплекса аппаратуры и программного обеспечения стенда интеграции информационной системы для обеспечения информационного обмена компонентов БМ, БСД, БСТО и БИС и для выполнения работ по верификации требований и проведению испытаний этих систем.

Стенд интеграции систем самолета МС-21 позволяет решать такие важные задачи, как обеспечение процесса интеграции систем БМ, БСД, БСТО и БИС; отработка процессов инициализации и реконфигурации систем БМ, БСД, БСТО и БИС; верификация системных требований к системам; верификация ПО; проверка требований по безопасности к системам; проверку требований по информационной безопасности к БМ.

Стенд включает в себя управляющую аппаратуру, автоматизированное рабочее место инженера, аппаратуру соединения по бортовым интерфейсам, систему коммутации каналов ARINC 664, ARINC 646 и ARINC 429 и блоки систем БМ, БСД и БИС. БСТО представляет собой ПО, устанавливаемое на центральный вычислитель; отдельный блок для имитации этой системы не требуется.

В рамках данной работы разработаны структурная схема, схемы взаимодействия и конфигурации стенда, архитектура, требования системного уровня и конструктивное исполнение интеграционного стенда. Разработанное решение внедрено в работу ООО «ОАК-Центр комплексирования» в рамках проекта по разработке информационной системы среднемагистрального пассажирского самолёта МС-21.

Система поддержки принятия решения 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 анализу проблем, возникающих при полётах по маршрутам четырёхмерной навигации, и разработке алгоритмов их решения в виде экспертной системы поддержки принятия решения.

Одним из направлений развития аэронавигации в соответствии с глобальным аэронавигационным планом ИКАО [1] является повышение степени интероперабельности, эффективности и пропускной способности бортовых и наземных систем для повышения координации между органами обслуживания воздушного движения за счет использования систем передачи данных между службами организации воздушного движения (ОрВД).

Интероперабельность бортовых и наземных систем позволит оперативно в автоматизированном режиме анализировать большое количество маршрутной информации в режиме реального времени, например:

• Метеоданные в зоне аэродрома прибытия и вдоль текущего маршрута;
• Информация о траекториях других воздушных судов (ВС);
• Любую оперативную информацию от служб управления воздушным движением (УВД).

Наличие автоматизированного обмена и анализа подобной информации предоставляет возможность предлагать экипажу решения в случае нарушений при выполнении маршрутного задания, а также в случае конфликтных ситуации с учётом требований ИКАО по выдерживанию навигационных характеристик [2], а также по критериям стоимости и количеству топливных выбросов.

Наличие на борту такой системы позволит:

• Находить оптимальное решение проблемы в текущей ситуационной обстановке по необходимому критерию;
• Автоматизировано осуществлять ремаршрутизацию ВС при возникновении конфликтных ситуаций;
• Изменять параметры плана полёта и автоматически информировать УВД об этом с целью решения задачи 4–D навигации.

Кроме того, внедрение такой системы на все ВС позволит:

• Сократить временные задержки;
• Увеличить пропускную способность аэродромов;
• Исключить конфликтные ситуации в движении ВС.

Список литературы

1. Глобальный аэронавигационный план на 2016–2030 гг. Doc 9750-AN/963, изд. 5, Монреаль, ИКАО, 2016.
2. Руководство по требуемым навигационным характеристикам. Doc 9613, изд.4, Монреаль, ИКАО, 2013.

Особенности моделирования интеллектуальных регуляторов для систем электропривода переменного и постоянного тока

Бузикаева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черный С.П.
КнАГУ, Комсомольск-на-Амуре
epapu@knastu.ru

Применение методов интеллектуального управления широко распространяется во всех промышленных отраслях. С течением времени технические системы усложняются, параметры таких систем управления в процессе эксплуатации изменяются в широких пределах, затрудняется формализация сложных объектов регулирования.

Общепринятые подходы к настройке систем с мягкими вычислениями дают хорошие результаты, когда необходимо реализовать традиционные законы регулирования, например ПИ или ПИД. Для развитых слабоструктурированных объектов управления необходима реализация законов регулирования с более сложным наполнением. Низкая информативность, достаточно большое

количество допущений при реализации стандартных подходов и моделировании нечетких систем не дают желаемого качества при реализации алгоритмов управления.

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 нейросетевом проекте.

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 с использованием многокаскадного нечеткого логического регулятора было выявлено, что полученная система обладает лучшим быстродействием и не худшими показателями, чем классическая система управления электроприводом постоянного тока. Применение методов мягкого вычисления позволило повысить функциональность системы и сохранить основные показатели по качеству переходного процесса.

Сложность реализации интеллектуальной системы управления для электропривода переменного тока обусловлена наличием ряда существенных проблем, например, присутствующим количеством контуров регулирования системы, порядком объекта регулирования. В качестве объекта регулирования будет использована математическая модель электропривода переменного тока с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.

Моделирование интеллектуальной системы выполняется с применением многокаскадного нечеткого регулятора. 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 ее функционирование. Результаты моделирования указывают на правомерность применения метода мягких вычислений при реализации модели нечеткой системы управления электроприводом переменного тока.

Такая технология внедрения многокаскадных нечетких регуляторов в системы управления электроприводами постоянного и переменного тока позволяет реализовывать законы управления любой сложности и получать качественные переходные процессы. Главным достоинством системы управления с мягкими вычислениями является ее гибкость и робастность к целому ряду внешних и внутренних воздействий.

Моделирование системы автоматического управления углом тангажа летательного аппарата

Ведяскина О.А., Селиванова В.А.
Научный руководитель — Беклемищев Ф.С.
МАИ, Москва
ve_olya99@mail.ru

Система управления углом тангажа используется для обеспечения требуемой траектории движения ЛА в вертикальной плоскости. При этом предусматривается возможность изменения заданного угла тангажа вручную с места пилота или при помощи автоматических устройств, воздействующих на управляющие органы самолёта (рули высоты, рули направления, элероны) – автопилота [1].

Величинами, характеризующими продольное движение носителя, являются углы тангажа и наклона траектории. Разность этих углов представляет собой выражение для угла атаки. Продольное движение (движение тангажа) представляет собой два вида движения: вращения вокруг поперечной оси и поступательного перемещения центра масс в вертикальной плоскости. Вращение вокруг поперечной оси происходит под действием момента тангажа, который создаётся отклонением руля высоты, а поворот вектора скорости – под действием нормальных сил. Изменение угла атаки, возникающее при повороте продольной оси самолета на угол тангажа, приводит к изменению момента статической устойчивости и подъемной силы ЛА, что, в свою очередь, приводит к повороту вектора скорости.

В данной работе выполнено моделирование автопилотов с разными законами управления: статическим, в котором в установившемся режиме отклонение руля пропорционально изменению регулируемого параметра, а при постоянном внешнем возмущении присутствует статическая ошибка, и астатическим, в котором при наличии постоянного возмущающего воздействия на ЛА статическая ошибка отсутствует. Цифровое моделирование переходных процессов, происходящих в САУ, реализовано с использованием среды динамического моделирования технических систем SimInTech

[2] с предварительным расчётом передаточных чисел автопилота в зависимости от типа ЛА и его аэродинамической постоянной времени, числа Маха и высоты полёта. Параметры самолёта задаются с помощью блока «Усилитель» из библиотеки «Операторы» и блока «Передаточная функция общего вида» из библиотеки «Динамические». Данные блоки охватываются обратной связью, в которой также содержится блок «Передаточная функция общего вида», в котором задаются параметры автопилота. Также для задания одного из передаточных чисел автопилота используется блок «Усилитель». Задающее воздействие в САУ и возмущение задается при помощи блока «Ступенька» из библиотеки «Источники». Наблюдение за переходным процессом по выходной координате угла тангажа реализуется при помощи блока «Временной график» из библиотеки «Вывод данных». Включение обратной связи по угловой скорости тангажа осуществляется при положении блока «Ключ ручной перекидной» из библиотеки «Ключи» при задании значения «Да», при задании положения «Нет» этого ключа обратная связь отключена.

В результате моделирования получены динамические характеристики САУ углом тангажа самолета для статической и астатической систем, при наличии и отсутствии обратной связи по угловой скорости; определены переходные процессы при единичном ступенчатом сигнале по задающему воздействию и по возмущению.

Список литературы

1. Петунин В.И. Синтез законов управления канала тангажа автопилота [Текст] / В.И. Петунин // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2007. – Т. 9, № 2 (20). – С. 25-31.

2. Карташов Б. А., Шабаев Е. А., Козлов О. С., Щекатуров А. М. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования. М.: ДМК Пресс, 2017. 424 с.

Нечёткая система управления мобильным роботом

Вечерин Я.А., Пахомов Т.К.
Войсковая часть 26302, Москва
yavnrkv@yandex.ru

Четвёртая промышленная революция – планируемые кардинальные изменения в промышленности, которые возникнут вследствие массового внедрения киберфизических систем в производстве. Цель данных изменений – обеспечение человеческих потребностей, таких как повседневная жизнь, работа, отдых развлечения и т.д. Одной из задач, которые должны быть решены с внедрением Индустрии 4.0, является избавление человека от рутины. Рутинные задачи могут решаться с помощью распределённой системы вещей, элементы которой взаимодействуют друг с другом (идентифицируют, передают друг другу данные и обрабатывают их). Исключая таким образом человека, взаимодействие вещей становится автономным, а значит, более надёжным и быстрым.

Одной из составляющих интернета вещей могут быть автономные роботы, которые совершают поступки или выполняют поставленные задачи с высокой степенью автономности, что особенно необходимо в таких сферах, как ведение домашнего хозяйства (например, уборка), очистка сточных вод, доставка товаров и услуг.

Возможности роботов быстро развиваются, они всё активнее используются во взаимодействии с человеком. Этому способствует развитие таких технологий, как: системы управления, интернет-5G; автопилот, системы распознавания голоса, техническое зрение и манипуляторы.

Одной из актуальных задач является проектирование системы управления при недостаточной информации об объекте управления, действующих на него полезных сигналах и помехах. Одним из способов решения данной проблемы является использование нечётких методов управления.

В докладе рассказывается о применении нечёткой системы управления мобильным роботом на основе алгоритма нечёткого вывода Мамдани. Подобные роботы могут применятся в быту: осуществлять наблюдение в помещении, измерять данные внешней среды (температуру, влажность и т.д.) и перевозить малогабаритные грузы. Данный робот может работать как в автономном, так и в полуавтономном режиме.

Список литературы

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение для принятия приближенных решений. М., Мир, 1976, 168 с.

2. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. - 352 с.

3. Градецкий В.Г., Вешников В.Б., Калиничеко С.В. Управляемое движение мобильных роботов по произвольно ориентированным в пространстве поверхностям. - М.: Наука,2001
4. Накано Э. Введение в робототехнику. — М.: Мир, 1988. – 334 с.

Обнаружение и сопровождение движущихся объектов

Волчкова Д.С.
УлГТУ, Ульяновск
gyppi96@gmail.com

Основной целью обработки изображений в авиационных оптико-электронных системах является обнаружение и сопровождение объектов в различных условиях в режиме реального времени. Актуальность решаемой задачи — разработка алгоритмов обнаружения движущегося объекта в условиях сложного фона (с учетом коррелированных помех) и прогнозирование траектории движения с учетом маневрирования.

Сложность создания таких алгоритмов состоит, во-первых, в определении области движения, так как в видеопоследовательности может присутствовать движение облаков, листвы и т.д. Во вторых, слежение за объектами может осложниться из-за маневрирования, частичного или полного сокрытия объекта, а также вследствие изменения освещения сцены.

В данной работе рассматривается метод обнаружения области движущегося объекта на основе нормализованного преобразования, а также предложен метод слежения за маневрирующим объектом на видеопоследовательности. Анализ видео осуществлялся со статичной камеры.

Для обнаружения движения в кадре использовалось нормализованное преобразование с последующим применением метода вычитания фона. При определении маневра объекта учитывались траектория и скорость движения объекта. Алгоритм сопровождения обеспечивает построение траектории путем анализа каждого кадра последовательности. Скорость движения определялась исходя из известных параметров камеры, таких как угол обзора и угол наклона к горизонту, высота установки камеры.

Результаты определения скорости движения объектов оценивались путем вычисления погрешности полученных значений относительно реальных.

Тестирование проводилось на видеопоследовательностях, показывающих движение наземных средств передвижения.

Аналитическая формализация составляющих вектора информационного потока современной системы технической эксплуатации УАР

Воронин В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Захаров И.В.
МАИ, Москва
voronin.viktor.v@mail.ru

Опыт современных локальных конфликтов показывает увеличение быстротечности и избирательности боевых действий авиации.Это требует наличия высокопрофессиональных специалистов, способных качественно проводить подготовку авиационной техники (АТ) к полетам и эффективно ее применять. В свою очередь, повысилась важность и ответственность задач планирования, организации, учета и контроля выполнения операций технической эксплуатации (ТЭ) А, в условиях ограниченного резерва материальных и людских ресурсов в некоторой автономной системе технической эксплуатации (СТЭ) АТ, функционирующей удаленно от основной системы материально-технического обеспечения. При этом значительно возросла размерность вектора информационного потока, обрабатываемого авиаспециалистами СТЭ и возросла динамика обновления данных информационного потока.

В рамках разработки системы информационного обеспечения (СИО) ТЭ УАР была проведена аналитическая формализация составляющих вектора информационного потока современной СТЭ УАР. Принципы разработки СИО ТЭ УАР определяются требованиями, изложенными в «Концепции информатизации ТЭ АТ», принятой в ВКС РФ.

В общем виде информационные составляющие современной СТЭ УАСП можно формализовать следующим образом: объекты ТЭ – УАР (т.е. основной объект), материальные ресурсы, руководящая и эксплуатационная документация (вспомогательные объекты); процессы, события; субъекты ТЭ,человеческие ресурсы.

Основным объектом ТЭ могут быть парк УАР части либо конкретный тип УАР. Процессы ТЭ применительно к УАР определяются режимами ее ТЭ – хранение, контроль технического состояния (ТС), ремонт, подготовка к боевому применению, боевое применение. События определяются принятием решения на изменение режима ТЭ – проведение по плану полетов или контроля ТС либо неожиданным возникновением отказов или появлением неисправностиНапример, при подготовке УАР был разбит обтекатель.

Субъектами ТЭ являются авиаспециалисты СТЭ. В рамках технической позиции подготовки ракет к материальным ресурсам относят автоматизированные системы контроля, средства технического обслуживания и ремонта, расходные материалы и горюче-смазочные материалы. Руководящая, эксплуатационная документация и отчетно-учетная документация включает в свой состав: ФАП ИАО, выпуски Главного инженера ВВС, бюллетени промышленности; техническое описание и инструкции по эксплуатации на УАР; формуляры, паспорта, журналы, ведомости, планы и графики выполнения работ, проведения полетов, отпусков, инструктажей и пр.

Интеллектуальные системы диагностирования ШГН

Габдрашитов А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
gabaizat@rambler.ru

В процессе эксплуатации штанговых глубинных насосов (ШГН), со временем снижается эффективность добычи нефти. Причиной этого может быть физическое и моральное устаревание самого оборудования. Но основной проблемой таких потерь может служить как, невысокая производительность вследствие неполного заполнения насоса жидкостью.Чтобы не допускать возникновения аварийных ситуаций на скважинах, вызванных поломками оборудования ШГН, необходимо осуществлять постоянный контроль и диагностику состояния оборудования для поддержания эффективности работы ШГН.

Встает необходимость решать данную проблему. Основным средством прогнозирования технического состояния ШГН является динамометрирование. Своевременная диагностика состояния ШГН позволяет улучшить качество работы, уменьшая количество поломок и увеличивая объем добычи нефти.

Основные сведения о работе ШГН возможно получить с помощью динамограмм, позволяющих собой графики зависимости нагрузки на шток от его положения. Сравнение практической и теоретической динамограммы, отражающей нормальную работу насоса, позволяет выявить отклонения в работе установки в целом и неисправности в работе самого ШГН.

В любой период работы ШГН при помощи динамограмм можно определить статические и динамические нагрузки. Благодаря этому методу можно получить важную информацию о характере притока, повреждениях клапанов и негерметичности труб.

Интеллектуальная система диагностирования позволяет на основании знаний, внесенных в базу данных (теоретических динамограмм в различных условиях работы ШГН), и нейронной сети сформировать более точный прогноз работы ШГН.

В качестве нейронной сети возможно использование алгоритма обучения методом обратного распространения ошибки. Алгоритм основан на сравнении практических и теоретических графиков динамограмм, в результате которого сопоставляются более симметричные графики, что позволит быстро и эффективно определять проблему работы ШГН.

Для реализации нейронными сетями требуемых функции диагностирования, необходимо обеспечить их обучение.

Обучение нейросетей состоит из этапов, основанных на формировании выборок:

1) Обучающая выборка;
2) Контрольная выборка;
3) Проверочная выборка.

Обучающая выборка представляет собой распознавание образов или самообучение распознавание динамограмм, определяя в дальнейшем класс, к которому они относятся.

Контрольная выборка выполняет оценку качества исследуемого изображения динамограммы.

Проверочная выборка производит наилучший выбор модели из большого числа динамограмм.

Возможность выполнения данной интеллектуальной системы, основанной на нейросетях, может дать такие преимущества перед другими системами диагностирования, как сокращение времени обработки и анализа динамограмм с большей точностью их достоверности.

Как и остальные системы диагностирования ШГН, интеллектуальная система должна отвечать за оперативность контроля и своевременную выдачу информации оператору о конкретной технической неисправности ее работы. Своевременное устранение неполадок не только повысит на эффективность работы, но и поможет избежать дорогостоящих ремонтов. Не маловажно и то, что интеллектуальная система диагностирования ШГН освободить инженера технолога от сложной работы по анализу огромного количества динамограмм.

Список литературы

1. Арбузов В. Н. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. Часть 2 / Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. 272с.

2. Контроллеры и станции управления скважин, эксплуатирующихся штанговыми глубинными насосами / Г. А. Гулуев, Ас. Г. Рзаев, Я. Г. Алиев, М. Г. Резван, М. И. Хакимьянов // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2014.№9.39с.

3. Выборка// http://www.machinelearning.ru [Электронный ресурс]. 2018 URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%92%D1

(дата обращения 22.02.2019).

4. Прогнозирование технического состояния штанговых глубинных насосов на основе нейросетевых технологий// http://www.machinelearning.ru [Электронный ресурс]. 2019 URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-tehnicheskogo-sostoyaniya-shtangovyh-glubinnyh-nasosov-na-osnove-neyrosetevyh-tehnologiy (дата обращения 22.02.2019).

Аппаратно-программный комплекс тренажера съемного пушечного вооружения

Гладышев А.П.
Научный руководитель — к.т.н. Емельянов А.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
exellerc@mail.com

Проект направлен на повышение эффективности обучения летного и инженерно-технического состава (ИТС) работе с авиационным съемным пушечным вооружением.

Целью работы явилось создание тренажера, позволяющего в аудиторных условиях обучать и оценивать ИТС подготовке к полету, а летчиков – применению одного из видов съемного пушечного вооружения самолетаСу-25 с визуализацией его внешнего вида, способу подвески, принципа действия и боевого применения.

В качестве образца вооружения, используемого для тренажерного обучения, была выбрана «сложная» относительно других типов применяемого вооружения съемная подвижная пушечная установка СППУ-22-01, имеющая в своем составе следящий электрический привод.

В состав тренажера входят: ноутбук с программным обеспечением (ПО), металлическая стойка с размещенным на ней фрагментом крыла, макетом СППУ-22-01 и балочного держателя БД3-25, имитация ручки управления самолетом, оптического прицела, пристрелочной мишени, а также монитор (телевизора).

ПО тренажера разработано в среде VisualStudio на языке программирования C# (Sharp). Диалоговое окно ПО представляет собой анимированную кабину пилота и размещенное за ее пределами оборудование, отвечающее за работу авиационного вооружения и позволяющее обучить порядку основных действий при проведении подготовки к полетам и боевом применении авиационного съемного пушечного вооружения.

Для повышения визуализации обучения в программе Cinema 4D была разработана 3D-модель СППУ-22-01, демонстрирующая ее внешний вид, устройство, тактико-технические характеристики, принцип действия, а также боевое применение.

Обучаемый, в соответствии с технологической картой, выполняет все указанные в ней операции путем наведения курсора на соответствующий блок и вызовом кликом мыши его анимированного изображения. ПО позволяет проводить тестовую проверку всех систем тренажера, а также имитировать работу контрольно-измерительных приборов.

По окончании выполнения теста формируется база данных о результатах его прохождения с выставлением оценки.

Кроме того, разработанный программный комплекс применяется на реальной СППУ с целью проверки ее работоспособности, режимов работы и пристрелки.

Использование тренажера в учебном процессе позволило улучшить качество подготовки, сократить сроки обучения, значительно снизить материально-технические затраты.

По сравнению с аналогами тренажер обладает:

• Высокой мобильностью и визуализацией, небольшой массой;
• Существенно более низкой стоимостью обучения и самого тренажера;
• Возможностью расширения номенклатуры съемного пушечного вооружения и самостоятельного изготовления подобного тренажера.

Разработка системы поддержки лётчика на основе руководства по лётной эксплуатации

Глушанкова В.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ким Р.В.
МАИ, Москва
vglushankova@mai.ru

В полёте на современных летательных аппаратах летчик нередко работает на пределе своих интеллектуальных и психофизических возможностей. Возрастающий поток информации, поступающий в кабину лётчика, и необходимость многочисленных ручных действий по управлению полётом существенно снижают возможности летчика по оценке обстановки, анализу различных вариантов действий и принятию решения об оптимальном варианте выполнения поставленной задачи. В связи с этим возникает практическая потребность в использовании на борту пилотируемого летательного аппарата специальных средств, позволяющих, с одной стороны, оказать помощь лётчику в принятии решений в нештатных условиях полёта, с другой – повысить степень автоматизации и надёжности эргатической системы «летательный аппарат–летчик». Существуют различные подходы к реализации систем подобного класса. Серьезное развитие получили бортовые экспертные системы, определенный интерес представляют статистические подходы. На сегодняшний день среди работ, посвященных системам поддержки лётчика, отсутствует система на основе руководства по лётной эксплуатации (РЛЭ) – основного документа, определяющего и регламентирующего правила летной эксплуатации летательного аппарата. Преимуществом такой системы является то, что лётный состав уже ознакомлен с данным руководством, поэтому подсказки и рекомендации, формулируемые такой системой, будут понятны для него. Система поддержки на основе РЛЭ базируется на формально утверждённых, обязательных к выполнению документах, что обеспечивает, с одной стороны, возможность контроля действий летчика (экипажа) на предмет их соответствия формальным требованиям РЛЭ, а с другой – способствует более быстрому обучению летного состава работе с системой поддержки. В целом, перечисленные обстоятельства способствуют практическому внедрению таких систем.

Для реализации обозначенной системы предлагается структура, включающая в себя базу знаний, блок идентификации текущей ситуации, блок формирования рекомендаций экипажу и интерфейса.В базу знаний, в свою очередь,входит постоянная часть, которая формируется на основе эксплуатационно-технической документации по летательному аппарату и содержит признаки смены полётных режимов, наступления особых ситуаций, динамические ограничения, рекомендации, направленные на предупреждение критических режимов, и переменная часть, которая формируется на основе полётного задания и содержит план полёта, конкретизирующий последовательность и условия выполнения типовых режимов в конкретном полёте.

Проблема реализации постоянной части базы знаний состоит в том, что эксплуатационно-техническая документация представляет собой плохо структурированное описание типовых полетных режимов, возможных нештатных режимов и соответствующих им регламентированных действий экипажа То есть признаки, указывающие на наступление того или иного полетного режима, часто выражены неконкретно, представляют собой нечеткие утверждения. Более того, информация, заключенная в РЛЭ, не всегда имеет форму готовых продукций типа: если «Ситуация», то «Рекомендованное действие». Выделение из плохо структурированного текста РЛЭ такого рода продукций и их алгоритмическое представление является достаточно сложной задачей. Исходя из анализа структуры информации, содержащейся в РЛЭ и формы ее представления, в качестве системы поддержки лётчика на основе РЛЭ используется схема, предполагающая комбинированное использование различных механизмов для распознавания текущей полетной информации и формирования рекомендаций: продукционных правил, нечетких выводов, статистических выводов.

Разработка архитектура бортовой системы технического обслуживания с применением концепции интегрированной модульной авионики

Дудкин С.О., Брусникин П.М., Кордонский И.Т.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
serj-dud@yandex.ru

Бортовая система технического обслуживания (БСТО) входит в состав комплекса бортового радиоэлектронного оборудования самолёта и является бортовым средством технической диагностики самолётных систем. Применение БСТО при проведении различных форм технического обслуживания (ТО) в серийной эксплуатации значительно упрощает процедуры обслуживания, уменьшает время поиска неисправностей и снижает общую стоимость ТО самолёта за счёт:

- Применения эффективных и удобных в применении средств технического обслуживания;
- Применения стандартизированного интерфейса пользователя для инициации тестов расширенного контроля самолётных систем;
- Обеспечения нескольких одновременных точек входа техобслуживания систем;
- Снижения количества ложного монтажа/демонтажа блоков;
- Снижения времени простоя самолета за счет ускоренных процедур технического обслуживания;
- Снижения стоимости обучения обслуживающего персонала.

Данная работа посвящена разработке архитектуры БСТО с применением концепции интегрированной модульной авионики (ИМА), основу которой составляют единая вычислительная платформа и открытая сетевая архитектура. Предлагаемая архитектура БСТО является двухуровневой.

Верхний (центральный) уровень БСТО (ЦУ БСТО) включает в себя функциональное программное обеспечение БСТО (ФПО БСТО), выполняемое на центральном вычислителе авионики, и терминалы технического обслуживания – точки входа для технического персонала. Данный уровень обеспечивает сбор информации о неисправностях из всех самолётных систем и обеспечивает её комплексную обработку. В результате обработки информации о неисправностях ЦУ БСТО формирует отчёты о состоянии самолётных систем, доступные для просмотра и выгрузки через терминалы техобслуживания. Также ЦУ БСТО предоставляет интерфейс для проведения наземного расширенного контроля самолётных систем обслуживающим персоналом.

Нижний (распределённый) уровень БСТО включает в себя встроенные средства контроля (ВСК) блоков самолётных систем и средств контроля бортового оборудования, управляемых системой управления общесамолётным оборудованием. Самолётные системы могут определить отказы подконтрольных блоков с точностью до конструктивно-съёмного элемента (КСЭ) и передать информацию в ЦУ БСТО для её дальнейшей обработки.

БСТО, реализованная в соответствии с предложенной архитектурой, на борту самолёта решает следующие задачи:

1) приём информации о неисправностях от самолётных систем;
2) комплексная обработка информации о неисправностях сигнализации в кабине пилотов, параметрических данных из бортовой сети, позволяющей выделить группы отказов, локализовать отказы с точностью до КСЭ, обнаружить неисправные линии связи и цепи питания;
3) формирование и предоставление отчётов о состоянии и конфигурации самолётных систем для обслуживающего персонала;
4) проведение наземного расширенного контроля самолётных систем с помощью диалогового взаимодействия БСТО и обслуживающего персонала.

Архитектура системы индикации на лобовом стекле для перспективных гражданских самолётов

Дяченко С.А., Чуфирин В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
dyachenkosergey33@yandex.ru

В состав комплексов бортового оборудования (КБО) современных гражданских самолётов все чаще входит система индикации на лобовом стекле (head-updisplay, HUD), позволяющая отображать символьную и графическую информацию на специальный практически прозрачный экран (комбайнер), размещённый между точкой обзора пилотов и лобовым стеклом кабины. Таким образом

обеспечивается возможность экипажа считывать полётную информацию, не переводя взгляд на основные индикаторы на приборной панели [1].

Наращивание функционала авионики при сохранении массогабаритных характеристик возможно за счёт применения перспективных подходов при проектировании КБО, в частности концепции интегрированной модульной авионики (ИМА). Данный принцип предполагает использование открытой сетевой архитектуры и общей аппаратной платформы для вычислительных ресурсов; функции самолётного оборудования выполняют программные приложения под управлением операционной системы реального времени. Также к преимуществам концепции ИМА относятся сокращение сроков разработки, испытаний и сертификации борта, а также снижение стоимости эксплуатации самолёта за счёт унификации применяемого оборудования [2, 3].

Цель работы – разработка архитектуры HUD для перспективных гражданских самолётов транспортной категории, проектируемых с применением концепции ИМА.

В состав предложенной архитектуры HUD входят:

• Система улучшенного видения (EVS), формирующая изображение закабинной обстановки по данным от бортовых инфракрасных камер;

• Система синтетического видения (SVS), генерирующая трёхмерную модель закабинной обстановки на основе бортовых баз данных подстилающей поверхности, препятствий и объектов аэродромной инфраструктуры;

• Индикаторный вычислитель, который принимает и обрабатывает информацию от самолётных систем, формирует слой пилотажно-навигационных параметров, реализует наложение этого слоя с изображениями от EVS и/или SVS и формирует набор данных, определяющих далее индицируемый на комбайнере результирующий кадр;

• Проектор, обеспечивающий преобразование данных от вычислителя, поступающих по кодовой линии связи, в коллимированный поток излучения;

• Комбайнер, служащий экраном индикации изображения, которое формируется проектором;

• Пульт управления, позволяющий экипажу регулировать параметры кадра HUD (например, яркость).

Разработанная архитектура соответствует основным руководящим документам по разработке гражданской авиационной техники.

Списоклитературы.

1. AS8055 Minimum Performance Standard for Airborne Head Up Display (HUD). – SAE International. – The USA: PA, Warrendale, 2015. – 39 p.

2. Кучерявый, А. А. Авионика [Текст]: учеб.пособие. – СПб: Лань, 2016. – 452 с.: ил.

3. Федосов, Е. А. Интегрированная модульная авионика [Текст] // В. В. Косьянчук, Н. И. Сельвесюк // Радиоэлектронные технологии. –М.: КРЭТ, 2015. № 1. с. 66-71.

Программные методы и средства мониторинга инцидентов информационной безопасности в процессе управления космическими аппаратами связи

Жданова В.А.

Научный руководитель — доцент, к.воен.н. Толкачев В.И.

МАИ, Москва

viktorikavero@mail.ru

Система управления космическим аппаратом (КА) представляет собой комплекс средств сбора, обработки, хранения и передачи информации между КА и ЦУП. В процессе управления КА решается комплекс задач, направленных на исключение сбоев и отказов элементов информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, в т.ч. связанных с инцидентами информационной безопасности. Для обеспечения управляемости космическим аппаратом необходимо реализовать наблюдаемость состояний системы управления КА связи в режиме реального времени. Это возможно путем внедрения средств мониторинга инцидентов информационной безопасности в процессе управления КА связи.

Таким образом, угроза информационной безопасности сделала средства ее обеспечения одной из обязательных составляющих процесса управления КА связи. Так как, информация, передаваемая в процессе управления КА связи, имеет большое значение в развитии космической отрасли и интегрируемых в нее информационных технологий. Это возможно реализовать путем контроля факторов, влияющих на доступность, целостность и конфиденциальность передаваемой информаций.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2012 «Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий» дает понятие о том, как правильно оценивать

безопасность информационного взаимодействия. В нем содержится общепринятая модель оценки рисков, т.е. оценки вероятности реализации угроз с использованием существующих уязвимостей с последующим причинением ущерба.

Эффективным методом минимизации уязвимостей как источника реализации угроз является внедрение системы мониторинга инцидентов информационной безопасности.

В основе этой системы лежит клиент-серверная архитектура. Консоль управления обеспечивает сбор и хранение получаемой с объектов мониторинга информации. Агент устанавливается на объекты мониторинга и осуществляет передачу данных о работоспособности подконтрольного компонента на консоль управления.

Внедрение системы мониторинга на основе агентной технологии для обеспечения информационной безопасности в процессе управления КА связи является целесообразным, поскольку позволяет снизить затраты на диспетчеризацию и контроль, на сервисные работы в процессе управления КА,а так же предлагает более высокую стабильность и надежность процесса управления КА.

Разработка программного обеспечения сервера системы электронной индикации

Зуб В.П., Кордонский И.Т., Брусникин П.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
vladzub97@gmail.com

Система электронной индикации (ControlDisplaySystem – CDS) современных гражданских самолётов подразумевает использование удобного и интуитивно-понятного человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) взаимодействия экипажа и технического персонала с системами воздушного судна (ВС). В частности, данное условие обеспечивается за счёт применения стандарта ARINC 661 при разработке ЧМИ CDS, регламентирующего набор примитивов на уровне программного обеспечения (ПО). Данные примитивы используются при взаимодействии экипажа и технического персонала с пользовательскими приложениями (UserApplications – UA), которые представляют собой системы ВС, взаимодействующие с его датчиками и системами, которые передают данные в CDS для отображения их экипажу и техническому персоналу ВС, а также принимают пользовательские события от CDS.

К основным целям стандарта ARINC 661 относятся:

• Упрощение взаимодействия экипажа и технического персонала с новыми самолётными системами, вновь интегрируемыми на борт, с помощью стандартизации способа вывода информации;

• Минимизация затрат на добавление новых функций индикации при эксплуатации ВС;

• Увеличение эффективности ЧМИ путём улучшения интерактивности приборной панели кабины пилотов.

Стандарт ARINC 661 определяет следующий алгоритм взаимодействия UA, CDS, экипажа и технического персонала. CDS и UA обмениваются данными в режиме реального времени. Экипаж и технический персонал через ЧМИ CDS может осуществлять наблюдение и управление CDS. В составе CDS присутствуют несколько серверов, один из них – сервер ARINC 661 CDSServer, который обрабатывает сигналы различных систем и в соответствии с библиотекой виджетов (набор примитивов) ARINC 661 и конфигурационными файлами (DefinitionFiles – DF) выдаёт информацию на многофункциональные индикаторы (МФИ) для экипажа и технического персонала ВС.

DF предназначены для задания графического интерфейса CDS. Они содержат архитектуру виджетов и информацию об их свойствах.

В процессе работы системы индикации, получая сигналы от систем или экипажа и технического персонала, ARINC 661 CDSServer обрабатывает их и отображает информацию в соответствии с сигналами.

Основным достоинством данного подхода является возможность изменения UA без необходимости повторной сертификации соответствующих приложений – для изменения UA достаточно сгенерировать новый DF и загрузить на борт.

Целью данной работы является разработка ПО, имитирующего работу ARINC 661 CDSServer для сервера системы электронной индикации.

В рамках данной работы разработаны: спецификация требований, архитектура и исходный код проекта.

Анализ состояния внедрения в России концепции навигации, основанной на характеристиках

Иванов А.С., Киреев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
Andrew220@mail.ru

В последние годы интенсивность движения в воздушном пространстве Российской Федерации существенно возрастает, а следовательно, актуальной задачей является оптимизация его использования. Для удовлетворения потребностей пользователей воздушного пространства Международная организация гражданской авиации (ИКАО) разработала концепцию перспективных систем связи, навигации, наблюдения и организации воздушного движения (ОрВД) CNS/ATM. Одной из наиболее важных её частей является концепция навигации, основанной на характеристиках (PBN). Основные положения данной концепции приведены в [1].

Концепция PBN предлагает альтернативный подход для определения требований к навигационной инфраструктуре путём определения требований к характеристикам, в частности точности, целостности, эксплуатационной готовности, непрерывности. Требования, а также необходимое для их обеспечения навигационное оборудование регламентируются навигационными спецификациями, которые составляют основу концепции PBN. Данные навигационные спецификации делятся на два типа: AreaNavigation (RNAV) и RequiredNavigationPerformance (RNP). В отличие от RNAV спецификации RNP предъявляют требования к обнаружению отклонения самолёта от заданного маршрута и выдача соответствующего предупреждения об этом экипажу. Данные навигационные спецификации являются достаточно подробными, что позволяет обеспечить согласованность действий на глобальном уровне путём предоставления государствам и эксплуатантам детальных инструкций для реализации концепции. В соответствии с концепцией PBNэксплуатанты рассматривают различные варианты архитектуры комплексов навигационного оборудования, которые позволят обеспечить соблюдение указанных требований. Реализация концепции PBN предполагает модернизацию как наземных, так и бортовых средств навигации [1].

В работе проведён анализ состояния внедрения концепции PBN в России. Полученные результаты показали, что в настоящее время ОрВД Российской Федерации отстаёт от уровня государств Европы и Северной Америки. Для реализации концепции PBN в России необходимо совершенствовать нормативно-правовую базу по допуску воздушных судов и эксплуатантов в пространстве PBN, а также инфраструктуру навигационных средств. Например, применение систем функционального дополнения глобальной навигационной спутниковой системы GroundBasedAugmentationSystem и SatelliteBasedAugmentationSystem на этапе посадки воздушных судов является более эффективным по сравнению с традиционными средствами. Однако их внедрение в России происходит низкими темпами. В результате на текущий момент использование воздушного пространства России ограничено, что негативно влияет на экономическую эффективность ОрВД [2, 3].

Список литературы

1. Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN). Doc. 9613, Монреаль, ИКАО, изд. 4. 2013. – 444 с.

2. План внедрения навигации, основанной на характеристиках, в воздушном пространстве Российской Федерации, Москва, Рабочая группа по внедрению в воздушном пространстве Российской Федерации навигации, основанной на характеристиках (PBN), образованная распоряжением Минтранса России от 06.06.2013 №ВО-44-р (протокол от 15.11.2013 №3-62-пр). – 2014.

3. Кушельман В. Я., Стулов А. В. Реализация концепции PBN ИКАО // Научный вестник ГОСНИИ ГА2015. №7. С. 74–80.

Разработка концепции мобильного робота для обслуживания машиностроительных производств

Ильченко Е.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Зинина И.Н.
Московский политехнический университет, Москва
il4enkocat@yandex.ru

Как показывает мировая практика, на производствах вместо стационарных роботов манипуляторов можно применять мобильных роботов. Они способны обслуживать сразу несколько станков, а также осуществлять транспортные функции, что может быть полезно для средне- и мелкосерийных производств. Однако в России пока не производят подобных роботов для

производственных целей. Чтобы изменить эту ситуацию, авторы предполагают создать концепцию такого робота.

Для создания мобильного робота следует определить, как он будет ориентироваться в пространстве, как будет отличать важные объекты от препятствий, каких он будет размеров, из каких компонентов будет состоять и как они будут расположены. Для исследования этих вопросов был проведен ряд экспериментов по изучению особенностей некоторых компонентов мобильных роботов.

Эксперименты проводились на экспериментальном образце, представляющем из себя четырехколесную полноприводную платформу, уменьшенную относительно размеров предполагаемого мобильного робота (1:32). Для управления платформой был использован контроллер ArduinoUnoR3. Тестировались возможности трех типов датчиков, определяющих препятствия: ультразвукового дальномера (HC-SR04), инфракрасного детектора препятствий (FC-51) и инфракрасного дальномера (SharpGP2Y0A021). Испытания проходили на площадке, имитирующей производственное помещение, по которому платформа перемещалась при помощи датчиков. По программе робот должен был проходить два поворота в 90^0 и останавливаться в прямоугольной области финиша. Требовалось выяснить, с какой точностью робот может прийти в назначенное место.

В этих условиях был проведен ряд предварительных испытаний, в которых выяснялось наиболее подходящее расположение датчиков, какие факторы влияют на перемещение платформы и подбиралась программа управления. После этого был проведен отсеивающий эксперимент, в котором количество влияющих факторов сократилось до трех наиболее важных: вид датчика, дальность срабатывания датчика и скорость перемещения платформы.

После этого был проведен многофакторный эксперимент, чтобы выяснить взаимовлияние оставшихся факторов. Фактор дальности срабатывания был сделан неварьируемым (для каждого датчика свои фиксированные параметры) в связи с тем, что для каждой области, в которой используется робот, этот фактор имеет свои оптимальные значения. Был взят план экспериментов типа 32 (2 фактора и 3 уровня), число оригинальных опытов в котором равно 9, а параллельных – 3. Итоговое число опытов равно 27. Была выбрана и проверена математическая модель, представляющая из себя полином второй степени.

По результатам проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы. Для предполагаемой концепции производственного робота лучше всего подходят инфракрасные датчики или комбинация из инфракрасных и ультразвуковых датчиков, которые следует ставить группами по 2-3 штуки. Инфракрасные датчики могут выполнять дополнительные функции – например, их можно применять для составления карты помещения. Ультразвуковые датчики иногда дают сбои из-за угла отражения звука. Чтобы уменьшить ошибку точности измерения, лучше проводить несколько измерений, прежде чем осуществлять перемещение. Для увеличения устойчивости платформы нужно увеличивать расстояние между передними и задними колесами, а для увеличения маневренности можно использовать всенаправленные колеса.

В дальнейшем планируется подобрать компоненты для робота в реальном размере и создать компьютерную модель как самого робота, так и его окружения, а также запрограммировать их взаимодействие.

Список литературы

1. Робототехника – глобальные перспективы, самые перспективные компании и проекты [Электронный ресурс] // электронный журнал компании UnitedTraders. [2015]. URL: https://utmagazine.ru/posts/7550-robototehnika-globalnye-perspektivy-samye-perspektivnye-kompanii-i-proekty (дата обращения 20.09.2018).

2. Параскевов А.В., Левченко А.В. Современная робототехника в России: реалии и перспективы (обзор)// Научный журнал КубГАУ. 2014. №104. С. 1680-1701.

3. Колыванов К.Ю. Перспективы мобильной робототехники // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. – Т. 10. С. 22-25.

4. Амперка Вики [Электронный ресурс] // Теория, руководства и проекты для радиолюбителей: [сайт]. [2010]. URL: http://wiki.amperka.ru/ (дата обращения 07.05.2018)

5. Крупин А.Е., Зуйков Д.В. Отсеивание факторов при планировании эксперимента // Вестник НГИЭИ. 2014. №4 (35). С.62-70.

6. Фокичева Е.А., Алексеев М.И. Планирование эксперимента и обработка результатов исследований: Учебное пособие. М.: Вологда: ВоГУ, 2014.– 72 с.

7. Босов А.А., Артемчук В.В. Математическое моделирование планирования экспериментов // Наука и прогресс транспорта. // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2008. №25. С.118-121.

Разработка цифровой системы управления передней стойкой шасси

Иснадо О.
Научный руководитель — Серебряный Д.Э.
МАИ, Москва
isnadoboris@gmail.com

Актуальной задачей при разработке системы управления, является создание целостного и однозначного представления о ее элементах, как между заказчиком и исполнителем так и между непосредственными разработчиками различных элементов системы, эту задачу, помимо основных задач, т.е. решение вопросов динамического синтеза и коррекции помогает решить модельно-ориентированное проектирование, т.е. создание на начальном этапе проектирования, максимально приближенной к реальности, математической модели системы. Так, точные математические модели применют в полунатурных стендах для уменьшения затрат на проведение натурных испытаний, а также для создания на основании модели кода управления для микроконтроллера, тем самым значительно сокращая время, затрачиваемое на его реализацию.

Данная работа заключается в разработке математической модели системы управления с учетом замены аналогового формирования сигнала управления на цифровое.

Представлена наглядная картина работы системы в виде графической информации о элементах системы.

Приведен пример коррекции контура обратной связи по току.

Рассмотрено влияние параметров АЦП и ШИМ на перемещение ЭГУ.

Реализована логика работы встроенных средств контроля.Дана оценка влияния отказов системы на переходный процесс перемещения стойки.

Дана оценка динамических свойств привода с учетом нелинейностей и цифровой реализации сигнала управления.

Приведен пример автоматизации работы математической модели для удобства оценки характеристик элементов системы.

Рассмотрены недостатки конструкции существующего исполнительного механизма поворота стойки, приведенной в работе.

Создание математической модели рассматриваемой системы управления дает возможностьпроводить анализ системы на начальных этапах проектирования, выбрать способ коррекции исходя из получения графической информации о динамических и статических характеристиках привода. Более точная модель гидроцилиндра позволяет учесть его дифференциальное исполнение, форму рабочего окна гидрораспределителя, а также пересиливание давления нагрузки, давления создаваемого гидросистемой. Автоматизация работы модели позволяет ускорить процесс анализа и синтеза свойств привода.

Создание все более точных математических моделей привода могут значительно сократить натурные испытания, однако полный отказ от них невозможен, так как количество реально действующих на систему факторов очень велико, зачастую учет незначительно действующего воздействия может представлять из себя неоправданно трудоемкое занятие, так как представляет из себя низкоуровневое моделирование т.е. составление дифференциальных уравнений описывающих происходящие в системе процессы с последующим их преобразованием, использование же высокоуровневого моделирования т.е. использование уже готовых электрических, гидравлических, механических элементов, может вызвать несовпадение полученных с модели и реальных значений, связанное с тем, что какой-нибудь из фактор не был учтен, введение же неучтенных факторов в этом случае представляется затруднительным.

Программное обеспечение автоматизированного стенда испытаний рулевых электроприводов

Касаткин И.К., Алексеев К.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Синявская Ю.А.
МАИ, Москва
ilja.kasatckin@yandex.ru

Автоматизированный стенд испытаний предназначен для выполнения натурных испытаний электроприводов мощностью до 250 ватт и обеспечивает создание момента нагрузки до 60 Нм.

Автоматизированный стенд испытаний электроприводов состоит из двух приводов – испытуемого привода и привода-имитатора аэродинамической нагрузки; блока датчиков – датчиков скорости и

датчика момента; двух контроллеров, управляющих работой приводов; компьютера и программного обеспечения для управления испытаниями, обработки и сохранения результатов эксперимента.

Программное обеспечение управления испытаниями должно реализовывать возможность задания параметров эксперимента, передачи исходных данных в контроллеры приводов, прием данных эксперимента от контроллеров, обработку результатов эксперимента, отображение соответствующих графиков, сохранение результатов эксперимента для дальнейшего использования.

Первый режим работы представленного программного обеспечения предназначен для выполнения математического моделирования переходных процессов нелинейной модели привода при различных видах командных сигналов и построения частотных характеристик на основе численных методов. Второй режим реализует управление процессом проведения испытаний электропривода. Программное обеспечение функционирует в многопоточном режиме с целью осуществления двунаправленной связи между компьютером и контроллерами, управляющими работой приводов. Исходные данные для проведения эксперимента задаются пользователем с помощью интерфейса пользователя и передаются через виртуальный COM порт в контроллеры приводов. На основании данных, получаемых от контроллеров, выполняется построение переходных процессов и частотных характеристик для каждого эксперимента. Хранение результатов экспериментов осуществляется с помощью базы данных.

Робототехника в медицине

Качалина М.А., Шутько А.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов К.М.
МАИ, Москва
Afalinasmail@mail.ru

В век стремительного развития науки и техники появляется множество различных нововведений во всех областях. Современные роботы, созданные на базе самых последних достижений человечества, применяются во всех сферах деятельности. Медицина также не стоит на месте, появляются новые высокотехнологичные аппараты для жизнеобеспечения человека, например аппарат для искусственной вентиляции легких. Появление таких устройств, как миниатюрные измерители сахара в крови, электронные измерители пульса и давления предоставляют точные показатели и оптимизируют работу медицинского персонала, что позволяет сократить время оценки здоровья пациента.

Медицинскую робототехнику можно разделить на несколько классов:

• Роботы в хирургии: настоящим прорывом в медицинской практике можно назвать роботизированные протезы, позволяющие заменить утраченные конечности, что дает человеку возможность полноценно функционировать.

• Роботы для жизнеобеспечения: роботы, осуществляющие доставку лекарств маломобильным гражданам; роботы-поводыри; роботы, помогающие хирургам во время операции.

• Симуляторы пациентов: такие роботы позволят молодым, неопытным специалистам практиковать свои навыки, а врачам с опытом оттачивать своё мастерство или экспериментировать с тяжело больными пациентами. Роботы данного класса должны повторять физиологические особенности человека, чтобы полностью передавать реакцию на какие-либо воздействия с ними.

Медицинские роботы имеют ряд особенностей: требуется высокая точность выполнения операций. Также они позволяют врачу прогнозировать развитие заболевания и своевременно устранять неблагоприятные факторы. Современные медицинские роботы, как правило, наделены искусственным техническим интеллектом. При этом принятие окончательного решения остаётся за врачом. Однако существует проблема, заключающаяся в нехватке квалифицированного медицинского персонала.

Возможно, через определенный промежуток времени с помощью новых технологий будут разработаны и найдут применение нанороботы, действующие в организме человека на молекулярном уровне. Эти роботы могут применяться, например, для исправления сломанной кости или для доставки лекарства в нужное место, или для уничтожения раковых клеток.

Алгоритм баллистического обеспечения авиационной прицельной системы на основе полной баллистической модели

Корсаков А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ефанов В.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
sanya63@bk.ru

Одним из ключевых аспектов повышения точностных характеристик НАР является соответствие модели и реальной траектории их движения. Разработан алгоритм баллистического обеспечения стрельбы НАР, позволяющий расширить диапазон условий боевого применения на основе решения полной баллистической модели движения НАР [1-4]. Предложены алгоритмы определения параметров движения НАР с помощью вторичной обработки радиолокационного спектра отраженного сигнала [4]. Для более точного определения скорости объекта в алгоритм дополнительно вводится простой и хорошо зарекомендовавший себя способ – дополнение нулями выборки для дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Это позволяет получить интерполированное преобразование более сглаженной формы, и становится возможным в спектре сигнала более точно определить положение максимума центрального пика, характеризующего скорость объекта. С целью уменьшения амплитуды боковых лепестков в формулу ДПФ вводится весовая (оконная) функция Хэмминга. Введение параметров траектории полета НАР в систему прицеливания позволяет вычислить угловые поправки для НАР с учетом спрогнозированных угла нутации и промаха, полученных при проведении пристрелочных выстрелов. Разработана имитационная модель процесса прицеливания и управления стрельбой по наземной цели. Оценка точности решения баллистических задач определялась путем сравнения элементов траекторий, полученных при использовании разработанного алгоритма и аппроксимирующих формул. Оценка точности решения баллистических задач стрельбы НАР, произведенная по результатам моделирования, показывает, что реализация разработанного алгоритма в авиационных прицельных системах позволит повысить точность вычисления элементов траекторий не менее чем в 5 раз.

Список литературы

1. Татаренко Д.С., Шутов П.В., Ефанов В.В., Роговенко О.Н. Способ определения баллистических характеристик неуправляемых объектов//Вестник Московского авиационного института., 2016. Т. 23. № 3. С. 77-83.
2. Корсаков А. А., Татаренко Д.С., Ефанов В.В., Шутов П.В., Роговенко О.Н. Повышение точности стрельбы неуправляемых авиационных средств поражения на основе совершенствования алгоритма их баллистического обеспечения // Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина: Сборник статей. – Воронеж: Изд. ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – 318 с.
3. Корсаков А. А., Татаренко Д.С., Ефанов В.В., Шутов П.В., Роговенко О.Н. Универсальный бортовой баллистический алгоритм для неуправляемых авиационных средств поражения // Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина. Сборник статей.– Воронеж: Изд. ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. 318 с.
4. Татаренко Д.С., Корсаков А.А. Алгоритм баллистического обеспечения авиационной прицельной системы на основе полной баллистической модели // «Вестник Московского авиационного института». 2017. С. 103-112.

Семантическая сегментация аэрофотоснимков аэропортов оптического диапазона

Котлярова Е.В.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Горбачёв В.А.
МФТИ, Долгопрудный
tamamo.lis@yandex.ru

Семантическая сегментация изображений — это разделение изображения на отдельные группы пикселей, области, соответствующие одному объекту с одновременным определением типа объекта в каждой области. Задача семантической сегментации является высокоуровневой задачей обработки изображений, относящейся к группе задач так называемого слабого искусственного интеллекта. Она является более сложной, чем задача классификации изображений и поиска объектов, так как необходимо не только определять классы объектов, но и выявлять их структуру, правильно выделять объекты на изображении. В данной работе семантическая сегментация изображений применяется к аэрофотоснимкам аэропортов в целях автоматизации процесса обработки снимков для обновления

карт и извлечения информации о расположении элементов аэропортовой инфраструктуры, зелёных зон, зданий и проч.

Задачу разметки элементов аэропортовой инфраструктуры можно решать несколькими путями, например с помощью алгоритма случайного леса, различных видов нейронных сетей, а именно FCN, CNN и проч. В работе применяются алгоритмы сегментации на основе глубоких свёрточных искусственных нейронных сетей, так как в ряде задач, в том числе сегментации изображений наземной съёмки, они показывают стабильно высокие результаты. Было необходимо адаптировать архитектуру нейронной сети с наземной фотосъёмки к аэрофото- и космической съёмке. Предлагается архитектура нейронной сети, состоящая из двух частей: VGG и U-net. Для постобработки и учёта соседства областей с целью устранения выбросов используется алгоритм CRF. Также описываются программные решения, осуществляющие обучение нейронной сети и преобразование её результатов.

В работе описываются основные этапы построения алгоритма, рассматривается технология создания такой нейронной сети, методика получения обучающей выборки и обработки результатов в рамках процесса обучения алгоритма. Результатом работы является получение карт сегментации, по качеству близких к разметке аэрофотоснимка человеком.

Построение математической модели привода с турбинкой поперечного потока

Кутейникова Е.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Самсонович С.Л.
МАИ, Москва
e.kuteynikova@gmail.com

Под турбинкой поперечного потока понимается лопастная машина (диаметральная), в которой поток проходит перпендикулярно оси вращения как на входе в рабочее колесо, так и на выходе из него. Разработаны конструктивные схемы приводов для летательных аппаратов (ЛА), в которых подобные лопастные машины используются в качестве исполнительного механизма привода [1]. Во всех этих схемах можно выделить зону воздухозаборника, рабочее колесо, жестко связанное с электродвигателем, и канал сброса воздуха. Управление осуществляется путем изменения величины вектора тяги истекающего потока, а также за счет изменения линий тока и лобового сопротивления аэродинамической поверхности. Всё это достигается за счет изменения скорости вращения рабочего колеса.

Турбинки поперечного потока отличаются сложным движением газа и склонностью к образованию вихрей, поэтому основные вопросы проектирования привода такой конструкции могут решаться путем численного моделирования или экспериментальных исследований. У проектирования с помощью численного моделирования можно выделить следующие недостатки: большие временные затраты и недостаточность информации о характеристиках привода. Большие временные затраты связаны в том числе и с тем, что изменения в конструкции привода требуют перестроения всей модели и ее пересчета. Нехватка информации вытекает из того, что путем численного моделирования мы получаем информацию о аэродинамике рабочего колеса, его влиянии на аэродинамическую поверхность, но при этом нет информации о работе привода как отдельного контура в составе ЛА.

Для устранения этих недостатков было решено дополнительно построить математическую модель и исследовать ее в программе MATLAB (Simulink)..

Моделирование проводилось в два этапа. На первом исследовалась зависимость массового расхода и скорости истекающего потока от скорости вращения рабочего колеса и скорости набегающего потока. Для этого составлены две модели: электродвигателя с рабочим колесом, являющимся нагрузкой, и модель, описывающая изменения параметров воздуха при прохождении рабочего колеса. Дополнительно была учтена связь между этими двумя моделями. Модель построена на основании:

-уравнения неразрывности потока;

-баланса токов и напряжений в электродвигателе;

-уравнения сохранения энергии;

-баланса взаимодействующих сил между электродвигателем и рабочим колесом.

На втором этапе рассматривалось возможное влияние работы привода на лобовое сопротивление аэродинамической поверхности, при этом рабочее колесо было решено представить в виде цельного цилиндра, вращающегося в набегающем потоке.

Результаты моделирования тяги показали хорошую сходимость с результатами численного моделирования привода. Результаты, полученные по изменению лобового сопротивления, показали

большой разброс в сравнении с численным моделированием. Это связано с тем, что при моделировании лобового сопротивления не производился учет прохождения воздуха между лопастями рабочего колеса. Кроме того, было установлено, что в отдельных случаях без коррекции система обладает большим временем переходного процесса (до 0,3 с). Это связано с тем, что течение потока становится установившимся только после пяти оборотов рабочего колеса.

Полученная математическая модель позволяет упростить процесс проектирования и будет использоваться как составная часть методики проектирования приводов, использующих турбинки поперечного потока в качестве исполнительных механизмов.

Литература

Самсонович С.Л., Лалабеков В.И.,Кутейникова Е.Н. Построение газодинамического привода, использующего кинетическую энергию набегающего потока // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. вып.12.4.4. стр.61-70.

Идентификация опорного основания автономным мобильным роботом

Лапин Б.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Ермолов И.Л.
СТАНКИН, Москва
mail@borislap.ru

Текущее состояние наземной робототехники таково, что происходит переход от дистанционно управляемых РТК к комплексам, имеющим гораздо более высокий уровень автономности. Эта необходимость вызвана дефицитом квалифицированных операторов РТК и высокой сложностью их подготовки, сложностью координированного управления группами дистанционно управляемых РТК, сложностью поддержания качественного канала связи, в специальных применениях – проблемой обеспечения защищенности каналов связи, а также преодолением ограничений, которые накладывает дистанционное управление на общую эффективность РТК (задержка коммуникации, качество связи, человеческий фактор).

Создание автономных наземных РТК позволяет повысить эффективность применения РТК, исключить человеческий фактор, существенно уменьшить нагрузку на канал связи между человеком и роботом либо вовсе обойтись без него, избавиться от ограничений, связанных с задержкой управления, неполноценностью информации передаваемой оператору, расширить возможность применения координированного управления группами роботов, оптимальных алгоритмов управления и т.п.

Уровень автономности РТК во многом обусловлен созданием моделей окружающий среды таких, чтобы в них было возможно решать задачи автономного управления (задачи навигации на местности, планирования траекторий движения и управления в условиях, затрудненных неоднородностью опорной поверхности, в условиях плохой видимости и других особенностях естественной среды). Важной проблемой при создании таких моделей является задача идентификации опорной поверхности, по которой движется мобильный робот.

В работе рассмотрены достижения в этой области, а также предложена методика, решающая задачу идентификации опорного основания, с использование преимущества дистанционных методов и контактных.

Информация, полученная в результате применения предложенного метода, позволяет решать задачу планирования движения автономного РТК с учетом неоднородности грунтов, выполнять картографирование, уточнять в реальном времени модель движения робота, в том числе, для более точного расчета колесной одометрии.

Работа поддержана грантом РФФИ №16-29-04199 офи_м.

Особенности развития отечественных и зарубежных средств защиты летательных аппаратов от высокоточного оружия

Ласкин В.А.
Научный руководитель — к.т.н. Арсентьева М.В.
ТулГУ, Тула
gkb983bro@mail.ru

Использование инфракрасных ложных целей (ЛЦ) уже давно является основной защитой самолетов и вертолетов от инфракрасных (ИК) систем высокоточного оружия по всему миру. Эволюция ИК-искателя постоянно стимулирует разработку новых ЛЦ и их тактическое

использование. Современные ЛЦ защиты ЛА делят на инфракрасные, противорадиолокационные, противолазерные и комбинированные.

В 1960-х годах в Советском Союзе были созданы снаряды первого поколения инфракрасного излучения и противорадиолокационные снаряды калибра 23 мм, 30 мм и 37 мм к штатным авиационным пушкам, стоящим на вооружении. Одновременно с этим западные инженеры работали над ЛЦ, выбрасываемыми из автономных устройств.

Вторым поколением отечественных ЛЦ являются изделия на основе состава с кислородосодержащим окислителем и металлическим горючим.

Дальнейшие отечественные разработки изделий инфракрасного излучения производились на основе фторосодержащих окислителей, а иностранные разработки, на основе магниевых составов.

К третьему поколению советских ЛЦ относят изделия на основе новых технологий в изготовлении составов. В это же время иностранные специалисты разработали ряд мультиспектральных ЛЦ.

Для защиты ЛА от ГСН с кинематической селекцией целей, было создано изделие четвертого поколения калибра 50 мм, адаптированное к направлению движения ЛА, аналоги которому можно найти и у зарубежных разработчиков.

Параллельно с расходуемыми ЛЦ для защиты ЛА сегодня ведутся разработки буксируемых ложных целей, обеспечивающих защиту длительное время. Иностранными специалистами также были созданы буксируемые ЛЦ.

Для противодействия новейшим ГСН, работающим в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазоне длин волн, отечественными специалистами, разрабатываются изделия пятого поколения калибра 26 и 50 мм.

В целях противодействия высокоточному оружию планируется оснащать ЛА интеллектуальными устройствами выброса, также необходимо использование новых подходов в проектировании ЛЦ и специальных составов, ранее не применяющихся в них, а также моделирование процессов горения пиротехнических смесей.

Постоянное совершенствование перспективных средств поражения ЛА определяет необходимость дальнейшего развития ложных целей.

Список литературы

1. Вагонов С.Н., Брыксин С.В., Заляпов Р.Ф., Абрамова Т.А. Состояние и перспективы развития ложных целей для защиты летательных аппаратов // Современные проблемы пиротехники. Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции. Сергиев Посад. 11-12 ноября 2015 г. Издательский дом «Весь Сергиев Посад», 2016. С. 3-6.

2. Ласкин В.А. Сравнительный анализ отечественных и зарубежных средств защиты летательных аппаратов // Современные проблемы математики и механики глазами студентов. Вып. 13: Материалы и доклады студентов на Региональной научно-технической конференции. –Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. С.14-19.

Проектирование испытательного стенда для электрического привода поступательного действия

Логинов П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шеваль В.В.
МАИ, Москва
paslog96@gmail.com

Электрические приводы набирают большую популярность в сфере авиационных систем управления, происходит электрификация самолетов; гидравлические и пневматические системы заменяются электрическими аналогами. В связи с развитием цифровой техники, электрических систем, электродвигателей открываются новые возможности в области проектирования электроприводов. Возникает необходимость в проведении тестирования создаваемых серийных электроприводов, связанная также и с оценкой возможностей электропривода, соответствием получаемых характеристик привода техническому заданию. Соответственно, вопросу проектирования испытательного стенда для проверки электрических приводов следует уделять значительное внимание.

Под испытательным стендом понимается система, состоящая из испытуемого электропривода, нагрузочного устройства, механических элементов, связывающих движение испытуемого электропривода и нагрузочного устройства, а также датчиков, предназначенных для непосредственной работы в контуре системы стенда, либо измерения физических величин для отображения информации пользователю стенда.

Под электроприводом понимается следящая система, состоящая из исполнительного механизма (двигателя), преобразующего электрическую энергию в механическую, усилительных устройств и датчиков положения.

Под нагрузочным устройством понимается техническое устройство, призванное противодействовать движению испытуемого электропривода. Нагрузочное устройство может представлять собой систему, замкнутую по положению, скорости или моменту. В случае замыкания контура по положению возможно осуществлять точное позиционирование стенда и имитировать воздействие шарнирного момента, по скорости – возможно снять механическую характеристику, по моменту – возможно создавать динамические нагрузки.

Рассматривается проектирование испытательного стенда для проверки приводов, имитирующего динамические и статические нагрузки на испытуемый электрический привод. Электропривод рассматривается как система, имеющая на входе сигнал на перемещение, сигнал на внешний момент, создаваемый нагрузочным устройством, а на выходе перемещение выходного вала и приложенный к нему момент, создаваемый двигателем электропривода.

Требованиями к испытательному стенду могут быть следующие: высокая точность измерения физических величин, получаемых с датчиков: точность отработки входного сигнала, надежность конструкции стенда, создание большего усилия (момента) в сравнении с возможностями электропривода, обеспечение возможности аварийного прекращения работы нагрузочного устройства и электропривода в целях предотвращения поломки: выполнение условий к требованию безопасности и пожара, независимость влияния внешних воздействующих факторов на работу стенда: простота в эксплуатации.

В проектируемом стенде используется трехфазный бесконтактный моментный двигатель постоянного тока, для которого определена динамика его работы. Для управления двигателем реализуется метод 6-секторного векторного управления. Метод заключается в управлении средним значением напряжения по величине в обмотках фаз электродвигателя с помощью формирования широтно-импульсного сигнала с изменяемой скважностью. Принцип работы заключается в следующем: на основе сигналов с датчиков токов в фазах и датчика положения ротора электродвигателя нагрузочного устройства формируются управляющие широтно-импульсные сигналы на драйверы силовых транзисторов трехфазного моста.

Система управления двигателем имеет 2 внутренних контура управления токами в фазах, а именно токами в электрической (вращательной) системе координат с помощью прямого и обратного преобразования Парка. Контроль тока осуществляется именно в электрической системе координат ввиду того, что это гораздо удобнее и точнее, чем контроль токов в фазах на прямую. Ток в оси “d” удерживается в нуле, а ток в оси “q” контролируется входным сигналом. После суммирования формируется ошибка токов, которая подается через непрерывные регуляторы токов (два ПИ-регулятора) на сумматор с сигналами компенсации ЭДС. Далее осуществляется переход токов из электрической системы координат в неподвижную с последующей подачей сигналов на блок векторной ШИМ, который формирует широтно-импульсные сигналы управления трехфазным мостом, таким образом формируя напряжения в фазах двигателя.

Формирование технического облика системы ориентации прибора наблюдения при бесконтактном управлении оператором

Мусатов А.Е., Кимяев А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шеваль В.В.
МАИ, Москва
ant.musatov@yandex.ru

Во многих технических приложениях возникает задача бесконтактного управления оператором направления полей зрения оптических приборов наблюдения и сопровождения за удаленными объектами. При этом специфика отдельных задач ведет к невозможности использования рук оператора, например как в задачах создания нашлемных систем целеуказания для летчиков.

Спецификой рассматриваемой задачи управления ориентацией прибора наблюдения является жесткое эксплуатационное требование максимального упрощения и облегчения размещаемого на голове оператора оборудования задатчика для формирования входных управляющих воздействий на следящие привода многозвенного манипулятора, обеспечивающего требуемую ориентацию прибора наблюдения.

В работе рассмотрен проектный процесс формирования технического облика автоматизированной системы ориентации (СО) автоматизированного робота целевого наблюдения, т.е. процесс выбора

принципов функционирования СО выбор её структуры, а также оборудования, реализующего эту структуру, исходя из поставленных эксплуатационных требований.

Упрощение и массогабаритное облегчение достигается за счет выбора структуры СО с замыканием обратной целевой связи через зрение оператора, при этом задающие воздействия формируются не в позиционном режиме, а в режиме задания пробных дозированных угловых движений поля зрения прибора наблюдения. Задания на эти пробные движения могут изменять свои параметры в зависимости от условий и задач, решаемых оператором.

Выбранный технический облик СО и параметры ориентации прибора наведения были экспериментально проверены на лабораторном масштабированном макете. Подтверждена правильность технических решений, принятых при формировании данной СО.

Оптимальный способ взаимодействия центрального процессора с датчиками цифровой системы управления

Нгуен Ван Хиеу
Научный руководитель — к.т.н. Преображенский Н.Б.
МФТИ, Долгопрудный
vanhieu942010@gmail.com

Цифровая система управления (ЦСУ) состоит из трех основных подсистем: измерительной (датчики), расчетной (центральный процессор – ЦП) и исполнительной. Взаимодействие измерительной и исполнительной подсистем с расчетной традиционно происходит под управлением ЦП. В таких ЦСУ, кроме решения чисто управленческих задач, ЦП занятфакультативной работой по переносу информации между периферийными устройствами и памятью ЦП. Эта работа выполняется в реальном времени и является более приоритетной по отношению к исполнению задач управления. Профиль исполнения задач управления сильно искажается обработкой прерываний ввода-вывода, что затрудняет отладку программ управления. Целью работы является создание оптимального для ЦСУ алгоритма взаимодействия между ЦП и датчиками, который позволит освободить ЦП от задач, не относящихся к алгоритмам управления.

В ЦСУ набор источников информации – датчиков постоянен, поэтому нет необходимости в гибком, программном управлении их работой и взаимодействием с ЦП, и существует возможность вынести функцию управления измерениями из ЦП в автономную периферийную подсистему.

В отличие от режимов работы универсальных ЭВМ, в ЦСУ информационные процессы имеют статичный циклический характер: в каждом цикле регулирования происходит всегда одна и та же последовательность действий, которая начинается с фазы измерения параметров объекта управления (ОУ). Длительность цикла регулирования в ЦСУ также имеет фиксированное значение, поэтому событие запуска измерительной подсистемы может формироваться в ней же от локального циклического таймера. Это позволяет сделать автономную измерительную подсистему активной.

Наиболее точную информацию о состоянии ОУ можно получить, если все параметры ОУ будут зафиксированы в один и тот же момент времени. Следовательно, измерительная подсистема должна работать в синхронном режиме: параметры состояния фиксируются одновременно, один раз, в начале каждого цикла регулирования.

Активный синхронный режим работы измерительной подсистемы имеет следующие свойства:

• Снимает с ЦП непрофильную для системы управления работу по управлению измерительной подсистемой.

• Наличие в измерительной подсистеме всех параметров состояния, практически в один момент времени, позволяет передавать их в ЦП одной групповой операцией обмена. Групповые операции обмена – самые быстрые в современных вычислителях с динамической памятью (DRAM), поэтому время пересылки параметров состояния в память ЦП будет минимальным.

• Для взаимодействия измерительной подсистемы с ЦП используется одно прерывание за цикл управления. Прерывание генерируется после пересылки из измерительной подсистемы пакета параметров состояния в память ЦП.

Предложенная реализация измерительной подсистемы позволяет также упростить алгоритм взаимодействия каналов измерителя внутри контроллера периферии и сократить загрузку подсистемы памяти ЦП.

Ускорение работы измерительной подсистемы достигается за счет:

• Параллельного режима работы всех аналого-цифровых преобразователей, в отличие от варианта последовательного программного управляемого измерения параметров.

• Упаковки всех параметров состояния в единый массив и передачи его в память ЦП одной групповой операцией.

• Однократного, в цикле регулирования, взаимодействия измерительной подсистемы с ЦП, через единственное прерывание, по окончании пересылки пакета параметров состояния в память ЦП.

Исследование влияния дроссельного эффекта и внешней нагрузки на электрогидравлический рулевой привод

Оболенский В.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ермаков С.А.
МАИ, Москва
livervova94@gmail.com

В данном исследовании рассматривается проблематика нелинейных свойств электрогидравлического привода и его дальнейшего влияния, как одного из главных элементов в системах управления современных самолетов, на динамические возможности органов управления. Дроссельный эффект (квадратичная зависимость расхода рабочей жидкости от перепада давления) переводит данные приводы в разряд систем с переменными параметрами, зависящими от начальных условий. Эта работа актуальна для определения требуемых технических характеристик при формировании технического задания на привод. Проблема определения требуемых динамических свойств привода необходима при разработке высокоманевренных истребителей, так как динамические возможности привода влияют на устойчивость, точность и управляемость контуров управления данных самолётов.

Данное исследование проводилось на основе математических моделей привода, созданных в среде математического моделирования MATLAB с использованием среды симуляции динамических систем Simulink. Для определения динамических возможностей привода в работе были построены логарифмические аплитудно-фазочастотные характеристики (ЛАФЧХ) с применение частотного анализатора, для определения предельных динамических возможностей привода построены «эллипсы нагрузки». Показаны изменения статических и динамических характеристик под действием различных внешних нагрузок.

Результаты данной работы могут быть использованы для дальнейших исследований влияния дроссельного эффекта на характеристики электрогидравлических рулевых приводов с дроссельным регулированием расхода рабочей жидкости, используемые для управления рулевыми поверхностями маневренных самолетов.

Нейронная сеть, регулирующая работу мехатронного модуля системы управления закрылками беспилотного летательного аппарата на базе двигателя постоянного тока

Пахомов Т.К., Вечерин Я.А.
Научный руководитель — Остроумов И.С.
3-я Научная рота КВ ВКС, Москва
tpaxomov@list.ru

Сегодня машины способны выполнять все больше процессов, за которые раньше отвечали люди, при этом делают это качественнее и дешевле. В отчете OxfordMartinSchool за 2013 год предполагается, что 47% всех рабочих мест будет автоматизировано в течение следующих 20 лет. Во многих сферах человеческой деятельности машины уже полностью заменяют людей. Не обошло это явление и аэрокосмическую промышленность. Очевидно, что беспилотные летательные аппараты (БПЛА) – наиболее перспективное направление в развитии современной авиации. Первые проекты БПЛА появились сразу после создания первых самолетов, но реализована эта идея была на практике только к концу 70-х годов. С тех пор использование дронов внесло значительные изменения в тактику ведения боевых действий. Прогнозируется, что уже в скором времени БПЛА будут играть еще более существенную роль. Для того чтобы приблизить сегодняшнюю реальность к желаемому, в ходе четвертой промышленной революции нужно решить задачу по созданию искусственного интеллекта (ИИ).

Есть два типа искусственного интеллекта (ИИ): слабый (узконаправленный) и сильный (общий). Слабый ИИ, например голосовые помощники, предназначен для выполнения конкретных задач. Сильный ИИ, в свою очередь, способен выполнить любую человеческую задачу. Нейронные сети – один из подходов к созданию искусственного интеллекта (ИИ).

Нейросеть подобна нервной системе человека, она состоит из отдельных вычислительных элементов – нейронов, которые располагаются в нескольких слоях. Данные, которые поступают на вход нейросети, проходят обработку через каждый слой сети. Обучение сети происходит при изменении совокупности всех нейронов.

Нейроны объединяются в простейшие элементы сети – персептроны, которые выполняют только самые простые операции. Для более сложных операций нужны структуры с большим количеством скрытых слоев.

В работе рассматривается пример мехатронной системы, в которой нейронная сеть используется в процессе коррекции управления вращением электропривода, осуществляющего процесс управления закрылками летательного аппарата (ЛА). В качестве электропривода используется двигатель постоянного тока (ДПТ). Рассмотрены особенности двигателя постоянного тока как объекта управления. Известно, что ДПТ обладают нелинейными свойствами и имеют параметры, оказывающие негативное влияние на качество их работы и требующие разработки сложных систем управления, что часто приводит к потреблению большого количества энергии. Проведен выбор типа нейронной сети для реализации регулятора.

О свойствах функции крутильной жесткости волновой передачи с промежуточными телами качения

Подшибнев В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Самсонович С.Л.
МАИ, Москва
podshibneff@mail.ru

Разработка методик проектирования механических передач на основе тел качения является перспективным направлением развития механики. Использование тел качения в качестве элементов кинематических схем, передающих движение, позволяет повысить КПД механизмов, а многопарность зацепления позволяет обеспечить высокую крутильную жесткость (КЖ) и точность. Известно, что наилучшими массогабаритными показателями по сравнению с другими типами механических передач обладает волновая передача с промежуточными телами качения (ВПТК), также известны зависимости габаритных размеров от выбранного передаточного числа механизма и расчетного момента нагрузки на выходном валу [1].

В данной работе определена зависимость КЖ ВПТК от передаточного числа и расчетного момента нагрузки на выходном валу и тем самым определена функция ограничения габаритных размеров ВПТК в зависимости от требуемой величины КЖ.

Для решения этой задачи ВПТК была представлена в виде совокупности эксцентриковых механизмов с известными значениями контактных жесткостей. В результате решения задачи было определено, что функция КЖ ВПТК имеет периодический характер, зависит от угла рассогласования выходного и входного вала. При этом минимальное значение периодической зависимости крутильной жесткости соответствует положению, при котором ось симметрии впадины жесткого колеса, ось диска волнообразователя, центр шарика и центральная ось вращения лежат на одной прямой. Максимальное значение этой характеристики соответствует положению, при котором одно из тел качения пересекает ось симметрии выступа жесткого колеса. Определено, что разница между максимальными и минимальными значениями КЖ зависит от передаточного числа. Эта зависимость позволяет выбирать передаточное число, при котором значение этих отклонений наименьшее.

Полученная зависимость может служить одним из критериев для выбора передаточного числа ВПТК.

Литература

Крылов Н.В., Лалабеков В.И., Огольцов И.И.и др. Электромеханические силовые мини-приводы для «более электрифицированного» самолета под ред. С.Л. Самсоновича. – Москва. 2016. – 359 с.

Разработка электрогидравлического распределителя прямого действия для приводов с интеллектуальным управлением

Райман А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Алексеенков А.С.
МАИ, Москва
andrewrays0702@gmail.com

Современные электрогидравлические приводы с интеллектуальным управлением, помимо механических исполнительных механизмов, насосов, электрических датчиков и вспомогательных элементов гидроавтоматики, включают в себя силовую транзисторную электронику и микропроцессорные устройства, реализующие цифровое управление [3]. Требования, предъявляемые к новейшим образцам приводов, обуславливают создание новой архитектуры изделий с повышенными динамическими и энергетическими характеристиками, которые могут быть достигнуты путем компенсации нелинейных характеристик элементов привода с помощью алгоритмов управления.

Стоит отметить, что практика применения в гидравлических системах перспективных маневренных самолетов переменных уровней давления гидропитания приводит к необходимости замены традиционных двухкаскадных электрогидравлических распределителей с соплом-заслонкой или со струйной трубкой, построенных по различным схемам, на сервоклапан прямого действия, обеспечивающий непосредственное управление золотниковым гидрораспределителем с помощью электродвигателя постоянного тока [3].

Существуют различные конструктивные схемы электрогидравлических распределителей прямого действия. Так, например, можно отметить схему с электродвигателем вращательного действия с кулисным механизмом на основе сферического шарнира, с помощью которого вращательное движение преобразуется в поступательное движение золотника, схему с линейным электродвигателем (одним или несколькими). Каждой из рассмотренных конструкций присущи свои достоинства и недостатки.

В работе рассмотрена конструктивная схема электрогидравлического распределителя с двумя линейными электродвигателями, расположенными по обеим сторонам золотника и работающихми в противофазе по принципу суммирования усилий. На общем штоке располагаются два датчика положения золотника, реализующих замкнутую систему управления распределителем для обеспечения высоких динамических характеристик. Управление электродвигателем осуществляется с помощью усилителя мощности с широтно-импульсным регулированием тока. Основным источником нелинейностей в предложенном варианте распределителя является линейный электродвигатель. На начальном этапе проектирования учет всех нелинейностей нецелесообразен, поэтому для моделирования динамических процессов используется модель электродвигателя на основе аналитических выражений, приведенных в [4], лишь с основными нелинейностями. Для анализа статической характеристики линейного электродвигателя на языке Mathematica реализована демонстрационная панель. Импульсный усилитель мощности включает в себя регулятор тока, представляющий собой ПИ-регулятор, настройка которого осуществляется по методу Циглера–Никольса [1]. Коммутация ключевых элементов происходит поочередным способом, являющимся наиболее энергоэффективным методом коммутации [2].

Список литературы

1. Вадутов О.С. Настройка типовых регуляторов по методу Циглера–Никольса: метод.указания к выполнению лаб. работ. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 10 с.
2. Кривилев А.В. Разработка и реализация на ПЛИС энергоэффективных способов управления системами «Усилитель мощности – Электродвигатель» на основе методов автоматизированного проектирования:Дисс. докт.техн. наук: 05.09.03. – Москва, 2013.
3. Кузнецов В.Е. Разработка адаптивных систем управления электрогидравлическими приводами рулевых авиационных комплексов. Дисс. докт.техн. наук: 05.09.03, 05.02.02. – СПб, 2014.
4. Селиванов А.М., Суслов А.А. Отчет об опытно-конструкторской работе «Разработка и исследование программного комплекса цифрового управления и контроля двухканального электрогидравлического привода типа РПД-2».Этап №4. – Москва, 2003.

Особенности синтеза облика системы информационного обеспечения технической эксплуатации УАР

Решетников Д.А., Трубников А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Захаров И.В.
МАИ, Москва
nio7@mai.ru

В рамках принятой в ВКС РФ «Концепции информатизации технической эксплуатации авиационной техники» в ряде заинтересованных организаций промышленности и в ВУЗах РФ проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию систем информационного обеспечения (СИО) жизненного цикла авиационной техники (АТ). Техническая эксплуатация (ТЭ) является наиболее продолжительным этапом жизненного цикла авиационной техники и рассматривается авиаспециалистами ВКС как основной этап.

Современные УАР являются неотъемлемой частью АТ, и создание СИО их ТЭ является весьма актуальной задачей. Этап ТЭ различных УАР имеет ряд специфических особенностей, обуславливающих определенные требования и ограничения при синтезе облика их СИО ТЭ. Потоки информации и данных в современной системе технической эксплуатации (СТЭ) характеризуются сложной иерархической соподчиненностью, разнонаправленностью и сложным характером возникновения, протекания по времени и завершения.

В условиях существующей СТЭ УАР выявлены и формализованы особенности эксплуатационных данных и потоков информации, среди которых, с одной стороны, существует необходимость централизации на уровне авиационной части и выше и регулярного обновления информации и данных по утвержденным формам от отдельных подразделений; с другой стороны, существует необходимость избирательного получения актуальных данных и информации отдельными подразделениями в удобной для них форме из общих данных.

Такой характер потоков информации обусловлен: сложной иерархической структурой СТЭ УАР; составом объектов учета и анализа СТЭ УАР (объекты и субъекты ТЭ, события, процессы); вероятностной природой возникающих событий (стохастические, детерминированные); протеканием процессов ТЭ по времени – стационарные и нестационарные, характеризуемые временем и скоростью протекания; необходимостью оперативного получения данных и информации для ведения документооборота или принятия решений, с целью обучения или проведения техобслуживания (ТО) и регламентных работ (РР) на УАР.

С учетом выявленных особенностей архитектура СИО ТЭ УАР должна строится на принципе многомодульности, с минимальной конфигурацией СИО в следующем составе: модуль учета запасов УАР (МУЗ УАР), модуль планирования и контроля ТО и РР (МПК ТО и РР), а также информационно-справочный модуль по УАР (ИСМ УАР). Реализация указанных модулей проводится на основе программных средств и технологий баз данных, управления проектом и автоматизированных обучающих систем, интегрированных на основе специализированной операционной системы с программными и аппаратными средствами защиты информации.

Исследование кинематики робота управления ориентацией прибора наблюдения

Роганова О.С., Завьялов В.В., Ходненко М.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шеваль В.В.
МАИ, Москва
olka.roganova@mail.ru

Существенное влияние на эффективность решения задач управления ориентацией прибора наблюдения (видеокамеры) оказывает выбор кинематической схемы, обеспечивающей необходимое расположение видеокамеры в заданной рабочей области. С точки зрения замкнутой системы управления подобного робота, включающего в себя объединение следящих приводов (исполнительный орган), регулятора (реализация интеллектуальных алгоритмов управления) и дискриминатора (автоматизированное и алгоритмическое исполнение), механизм обеспечения перемещения видеокамеры представляет собой объект управления данного робота.

В данной работе проанализировано влияние изменения выбранной кинематической схемы на эффективность выполнения поставленных перед прибором наблюдения функциональных задач. Предложена кинематическая схема механической части объекта управления робота на основе многозвенного манипулятора. Разработаны алгоритмы расчета угловых задающих воздействий на следящие приводы поворота звеньев манипулятора. Алгоритмы проанализированы по критерию максимизации размеров рабочей области для конкретных размеров манипулятора. Экспериментально и при одновременном математическом моделировании были проведены исследования точностных параметров процессов изменения ориентации видеокамеры, оценены визуальные характеристики получаемых изображений объекта наблюдения.

В работе оценены перспективы улучшения вышеоговоренных характеристик при изменении кинематической схемы, в том числе и с добавлением новых степеней свободы. Даны методические рекомендации для разработчиков роботов рассматриваемого класса.

Влияние порога срабатывания алгоритма контроля методом вычисления взвешенного значения по предыстории среднего

Савельев А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
artemsaveliev@inbox.ru

Проектирование критических самолетных систем, то есть таких, отказ которых может повлечь за собой катастрофическую или аварийную ситуацию, подразумевает в том числе проектирование систем контроля собственных средств и сигналов от взаимодействующих систем [1].

Система встроенного контроля, как и прочие технические системы, тоже подвержена отказам. Выделяют два типовых вида нарушений функций системы встроенного контроля: несрабатывание и ложное срабатывание контроля.

В зависимости от технических особенностей и архитектурного построения можно выявить различные причины ложного срабатывания системы встроенного контроля. К собственным причинам ложного срабатывания системы встроенного контроля относятся отказы, вызванные асинхронностью измерений контролируемых сигналов. К внешним причинам относятся отказы, вызванные различного рода помехами в сигналах измерительных устройств.

В рамках изучения перспективного способа построения встроенной системы контроля в части обеспечения непрерывного контроля – метод вычисления взвешенного значения по предыстории среднего, – основанного на определении веса сигнала каждого канала в соответствии с предысторией его показаний, было выявлено, что данный способ обеспечивает точностные характеристики при потере (n-1)-го каналов сигнала, а его использование возможно, если предусмотрены реконфигурационные алгоритмы [2].

Признаки отказа формируются на основе попарных сравнений значений каналов сигнала между собой и вычисленным интегральным значением на предыдущем шаге. Для минимизации вероятности возникновения ложного срабатывания системы встроенного контроля проводится оценка порогов сравнения каналов и подбирается необходимое значение [3].

При подборе необходимых порогов срабатывания существует необходимость выбора как можно меньшего значения, чтобы исключить возможность существенного влияния некорректного сигнала на интегральный сигнал. С другой стороны, очень малый порог срабатывания может привести к ложному срабатыванию системы встроенного контроля.

Решение задачи оценки порогов сравнения во встроенной системе контроля с использованием метода вычисления взвешенного значения по предыстории среднего является комплексной работой, в которой поднимаются вопросы быстродействия контроля, влияние контроля и ложного срабатывания контроля на безопасность полета, а также вероятностные характеристики отказов.

В рамках проведённого исследования синтез алгоритма и анализ характеристик проводится не для конкретных сигналов, а с точки зрения возможности реализации и влияния на безопасность данного подхода. Дальнейшее изучение построения встроенной системы контроля с использованием метода вычисления взвешенного значения по предыстории среднего предполагает синтез алгоритма с учетом оценки порогов сравнения для конкретных сигналов радиоэлектронного оборудования самолета МС-21.

Список литературы

1. Алешин Б.С., Баженов С.Г., Диденко Ю.И., Шелюхин Ю.Ф. Системы дистанционного управления магистральных самолетов - М.: Наука, 2013.

2. Кутдусов Ф.Х., Рублев Т.А.Адаптивный мажоритарный элемент в системах автоматического управления. Электронный научный журнал «Исследовано в России», 2005, стр. 1248-1252.

3. Савельев А.С., Неретин Е.С.Перспективные способы повышения надежности и отказобезопасности систем управления летательных аппаратов. 17-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2018», Тезисы, Москва, МАИ, 19-23 ноября 2018 г., с. 405-406.

Моделирование контура автоматического управления инструментальной посадкой с использованием среды SimInTech

Селиванова В.А.
Научный руководитель — Беклемищев Ф.С.
МАИ, Москва
verbaqwerty@gmail.com

Инструментальные системы посадки предназначены для получения на борту летательного аппарата (ЛА) и выдачи экипажу, а также в систему управления полётом информации о величине и знаке отклонения ЛА от номинальной траектории снижения (ТС), а также для определения моментов пролета характерных точек на траектории захода на посадку или текущей дальности. В подобной системе имеется два канала управления движением ЛА: канал курса (для управления движением ЛА в горизонтальной плоскости) и канал глиссады (для управления движением ЛА в вертикальной плоскости) [1]. В данной работе рассматривается только канал курса.

При управлении боковым движением ЛА бортовая аппаратура измеряет угол отклонения ЛА от равносигнального направления курсового радиомаяка (КРМ), которое совмещено с серединой

взлетно-посадочной полосы (ВПП). В соответствии с измеренным отклонением автопилот управляет углом курса и положением вектора скорости так, чтобы свести боковое отклонение ЛА к нулю.

При точной работе контура управления должно выполняться условие равенства нулю угла отклонения ЛА от равносигнального направления КРМ. Если появляется отклонение отличное от нуля, то на вход усилителя рулевого привода из бортовой аппаратуры посадки поступает сигнал, который управляет отклонением элеронов, углами крена и курса. Обратные связи с коэффициентами передачи необходимы для обеспечения устойчивости контура управления.

При малом значении угла курса скорость бокового перемещения представляет собой сумму произведения скорости на угол курса и скорости ветра в боковом направлении. В результате интегрирования этой скорости возникает линейное боковое перемещение ЛА, которое преобразуется в угловое рассогласование относительно равносигнального направления путём умножения на коэффициент, обратный по значению расстоянию от ЛА до радиомаяка. Данный коэффициент зависит от времени.

Если сделать обратные связи безынерционными, то в контуре управления сохранится одно интегрирующее звено и боковая составляющая ветра будет вызывать ошибку. Для её устранения необходимо сохранить в контуре управления два интегрирующих звена. Для этого следует подавать в автопилот сигнал управления через дополнительное интегрирующее звено или использовать изодромную обратную связь по углу курса в автопилоте.

Моделирование контура автоматического управления инструментальной посадкой выполняется с использованием среды динамического моделирования технических систем SimInTech [2]. Инерционность измерительной аппаратуры посадки моделируется блоком «Инерционное звено 1-го порядка» из библиотеки «Динамические»; таким же элементом задана передаточная функция, связывающая угол крена с углом отклонения элеронов. Включение блока «Инерционно-дифференцирующее звено» в цепи обратной связи выполняется переключателем «Ключ ручной перекидной» из библиотеки «Ключи». В качестве датчика времени используется блок «Часы» из библиотеки «Источники». Второй «ключ» используется для включения функции обратной расстоянию от ЛА до радиомаяка. В нижнем положении переключателя сигнал «часов» u не поступает в блок «Язык программирования» и на его выходе формируется постоянное значение 0.3. В верхнем положении переключателя формируется переменное значение 30/(100 – u). Чтобы исключить деление на 0, интервал времени моделирования выбран менее 100 секунд. Боковое перемещение ЛА формируется блоком «Интегратор» после блока «Перемножитель». Величина бокового ветра и начальное угловое смещение ЛА задаются при помощи блоков «Константа» из библиотеки «Источники». Отслеживание начального рассогласования реализуется на блоке «Временной график» из библиотеки «Вывод данных».

Список литературы

1. Радионавигационные системы. Инструментальная система посадки (ИСП) // Это GigaBaza.ru – документарное хранилище. URL: https://gigabaza.ru/doc/152125.html (дата обращения 03.02.2019)

2. Карташов Б. А., Шабаев Е. А., Козлов О. С., Щекатуров А. М. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 424 с.

Анализ монтажа воздушных линий электропередач

Сунцова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов К.М.
МАИ, Москва
sas_kuz2000@mail.ru

В современном мире электроэнергия играет важную роль. На сегодняшний день воздушные линии электропередачи (ЛЭП) являются единственным выгодным средством передачи электроэнергии на дальние расстояния. При эксплуатации ЛЭП ежегодно проводится проверка энергосистемы. При обнаружении понижения напряжения, наличии дефектов и поломок на отдельных участках устанавливается график проведения ремонта воздушных линий электропередач и других элементов энергосистемы, причем в большинстве случаев график ремонта ЛЭП стараются совместить с капитальным ремонтом энергосистемы. Это порой приводит к потере времени, что несет за собой повышение вероятности происшествия чрезвычайной ситуации.

Стоить отметить, что перечень правил безопасности для работников электростанций велик, поскольку их работа сложна и опасна. К сожалению, в любой работе присутствует человеческий фактор, в данной же ситуации права на ошибку нет. Любая оплошность может лишить кого-то жизни.

В монтажных работах важную роль играют погодные условия. В зимнее время происходит большинство поломок из-за многих факторов (осадки, заморозки и т.д.), которые существенно усложняют как доступ к месту аварии, так и условия ее устранения.

Для снижения времени локализации и устранения отказов на ЛЭП с уменьшением соответствующих затрат существенное значение может иметь робототехника. Именно поэтому возникла идея создания роботизированного комплекса по выявлению и устранению повреждений на участках ЛЭП, и уменьшению числа несчастных случаев.

Задачи, выдвинутые в работе:

• Изучение и анализ процессов монтажных работ ЛЭП.
• Рассмотрение всевозможных поломок ЛЭП.
• Анализ всевозможных рисков и обоснования актуальности работы.
• Формирование предполагаемой идеи дистанционного устранения проблем на воздушных линиях.
• Рассмотрение аналогов роботизации монтажных работ ЛЭП.
• Представление концепции роботизированного комплекса, выполняющего поставленные задачи.
• Рассмотрение решений некоторых задач при помощи Arduino.

Список литературы

1. https://minenergo.gov.ru/opendata/7705847529-list-of-power-lines (дата обращения 15.02.2019)
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Линия_электропередачи(дата обращения 14.02.2019)
3. http://www.tehstroitel.ru(дата обращения 17.02.2019)
4. http://eremcom.ru/kapitalnyj-remont-lep(дата обращения 18.02.2019)
5. https://sks-electric.ru/?yclid=665585376492281098 (дата обращения 18.02.2019)

Разработка универсального электропривода для управления исполнительными механизмами систем кондиционирования воздуха на летательном аппарате

Точилкин Н.Е.
Научный руководитель — Титов А.М.
НПО «Наука», Москва
shreddi22@gmail.com

Комплексная система управления воздуха (КСКВ) является одной из бортовых систем жизнеобеспечения, предназначенной для поддержания необходимых температуры и давления воздуха на борту летательного аппарата (ЛА). В состав КСКВ входят такие исполнительные механизмы, как поворотные заслонки и шаровые краны, позволяющие плавно регулировать температуру воздуха в кабине ЛА.

Известны электромеханизмы привода крана (МПК), разработанные предприятием АО «Электропривод», предназначенные для управления вышеописанными исполнительными устройствами. В состав МПК входит коллекторный двигатель постоянного тока, механическая передача (редуктор) и датчики крайних положений – концевые переключатели. Привод МПК обеспечивает:

• Вращательное движение выходного вала на угол, ограниченный концевыми переключателями;
• Автоматическое отключение электродвигателя и остановку выходного вала в крайних положениях;
• Сигнализацию в крайних положениях выходного вала.

К недостаткам вышеописанного привода можно отнести:

• Несоответствие требованиям к допустимым уровням создаваемых электромагнитных помех;
• Отсутствие возможности управления скоростью поворота выходного вала;
• Низкий ресурс ввиду наличия щеточно-коллекторного узла в двигателе.

Задачей настоящей работы является разработка электропривода, лишенного перечисленных недостатков.

Разработан электропривод, в состав которого входят вентильный электродвигатель, механическая передача, блок микропереключателей и блок управления с основным и резервным каналами. Управление электроприводом может осуществляться разовыми командами и по информационному интерфейсу. Импульсное управление электродвигателем позволяет осуществлять регулирование скорости поворота выходного звена. Универсальность конструкции заключается в симметричном расположении выходного вала и присоединительных элементов, которое обеспечивает возможность однотипной сборки электропривода со всеми типами поворотных заслонок и шаровых кранов, выпускаемых НПО «Наука». В ходе работы разработана имитационная модель электропривода и получены динамические характеристики при различных режимах работы.

Подсистема встроенного оперативного самоконтроля задающей части программно-аппаратного комплекса функционального контроля

Трубников А.А., Решетников Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Захаров И.В.
МАИ, Москва
ig.tumanoff2017@yandex.ru

В целях обеспечения заданной инструментальной достоверности процедуры функционального контроля (ФК) системы наведения (СН) УАР класса «воздух-воздух» в контуре источника единого задающего воздействия на элементы СН была реализована подсистема встроенного оперативного самоконтроля (ПВОС).

ПВОС предназначена для выявления и индикации аварийных состояний в режиме реального времени схемы датчика угла (ДУ) стенда гармонических сигналов (СГК), а также выдачи управляющей команды в программно-аппаратный комплекс функционального контроля (ПАК ФК) на прекращение процедуры ФК СН УАР.

В совокупность возможных аварийных состояний схемы ДУ СГК были включены:

• Обрыв сигналов датчиков исходных угловых положений (ДИУП) объекта функционального контроля (ОФК);

• Несоответствие сигнала углового положения ОФК от ДУ СГК и сигнала ДИУП, вызванные переполюсовкой цепей питания ДУ СГК;

• Нестабильность напряжения цепей питания ДУ СГК;

• Обрыв цепей питания ДУ СГК;

• Обрыв измерительной цепи ДУ СГК;

• Случайные кратковременные броски по амплитуде в измерительной цепи ДУ СГК.

Идентификация аварийных состояний схемы ДУ СГК проводится программно набором индикаторов, реализованных на основе технологии виртуальных приборов с использованием программного средства NILabView.

Аппаратурное обеспечение ПВОС включает в свой состав прецизионный источник питания ДУ СГК, два датчика исходных угловых положений СГК, блок самоконтроля (БСК) и кабели электрокоммуникации. На лицевой панели БСК выполнены элементы аналоговой и дискретной индикации состояний СГК от ДИУП и ДУ СГК, а также вынесены элементы электрокоммутации для подключения дополнительных контрольно-измерительных приборов. Для программной реализации индикаторов аварийных состояний в БСК введен одноплатный микроконтроллер и 8-канальный АЦП, на который через делители заведены основные цепи измерительного контура СГК. Для сопряжения БСК и ПАК ФК и подачи команды на прекращение процедуры ФК использован интерфейс USB 2.0.

Литература

Захаров И.В., Трубников А.А., Решетников Д.А. Модель задающей части программно-аппаратного комплекса функционального контроля. // Вестник Московского авиационного института. Т. 24. №2. 2017. С. 69-78.

Автоматизация процесса минимизации булевых функций

Тунян А.Г.
Научный руководитель — к.т.н. Синявская Ю.А.
МАИ, Москва
tunyanakop@gmail.com

Целью разработки данной программы является стремление сократить время, затрачиваемое на минимизацию булевых функций при программировании ПЛИС. Минимизация булевых функций позволяет упростить представление сложных функций, записав их в более компактном виде для экономии памяти затрачиваемого времени на исполнение программы в ПЛИС.

Минимизация булевых функций производится методом карт Карно и методом Квайна – Мак-Класки – Петрика. В первом случае автоматизация не возможна.Чтобы выяснить причину данного ограничения, была разработана программа, которая минимизирует данным методом булевы функции с не более чем 4 переменными.

Метод Квайна – Мак-Класки – Петрика, напротив, поддается автоматизации. После объединения минтермов в группы и нахождения импликант максимального ранга для конкретной функции

строится импликантная матрица. На основании полученной импликантной матрицы выделяется ядро функции, а все лишние импликанты игнорируются.

В ходе работы было обнаружено, что большинство программ минимизации булевых функций в открытом доступе работают непредсказуемо и результат не всегда является верным. В связи с этим было принято решение написать программу, которая будет минимизировать булевы функции с максимальной точностью.

Программное обеспечение разработано в среде C++ Builder фирмы Embarcadero. Пользовательский интерфейс программы позволяет вводить исходные данные и отображает результат вычислений. Процесс минимизации булевых функций реализован в виде многопоточного приложения, которое позволяет распараллелить процесс вычисления, что оптимизирует время, затраченное на поиск решения. Представленное программное обеспечение в дальнейшем может быть усовершенствовано путем обновлений.

Применение модели для определения состояния измерителей системы управления УАР по телеметрической информации

Тупицын А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Захаров И.В.
МАИ, Москва
Anton.tupicin@gmail.com

В современных системах разработки контрольно-диагностического обеспечения для эксплуатации управляемых средств поражения (УАСП) остро стоит вопрос оптимизации процесса идентификации и устранения отказов. В частности, отдельной проблемой является реконструкция условий возникновения отказа. И если в лабораторных условиях объект исследования, как правило, не разрушается в ходе эксперимента и выявить причину отказа можно путем реализации серии экспериментов, то во время летных испытаний или учебных стрельб, а иногда и в условиях выполнения боевой задачи воссоздание условий применения и повторное использование объекта исследования не представляется возможным.

В качестве варианта решения задачи реконструкции поведения отказавшего объекта исследования предлагается использование адаптивных моделей измерителей в составе модели объекта исследования.

Целью применения адаптивных моделей является вычисление поправок к эталонным значениям параметров измерителей системы управления для минимизации ошибки между откликом модели и телеметрической информацией, полученной с реального объекта исследования.

Зная точные значения параметров измерителей системы, решение задачи определения причины отказа сводится к проведению серии экспериментов с математической моделью отказавшего объекта исследования, в которой последовательно перебираются различные внешние воздействия и выявляются аномалии отклика в сравнении с эталонной моделью.

Данный подход позволяет избежать значительных трудозатрат для выполнения ручного анализа массивов телеметрической информации в рамках синтеза модели отказавшего объекта исследования и повысить достоверность полученных результатов.

Моделирование динамики полёта беспилотного летательного аппарата самолётного типа

Чураков Н.Д.
Научный руководитель — Ляпин Н.А.
МАИ, Москва
motiki839@gmail.com

Одним из актуальных путей совершенствования боевого потенциала вооруженных сил различных стран является создание и внедрение качественно нового вида военной техники – боевых комплексов беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Стимулом к развитию подобного типа комплексов послужило их оширокое и успешное применение армиями США и Израиля в ходе военных операций (операция «Буря в пустыне», боевые действия в Афганистане, конфликты на Ближнем Востоке, арабо-израильские войны) [1, 2]. БЛА зарекомендовали себя эффективными и предпочтительными средствами в ходе выполнения различных боевых задач:

- Характеризующихся большой продолжительностью полёта;
- Связанных с повышенной опасностью и сложностью.

Широкое распространение получили БЛА самолётного типа, использующие аэродинамический принцип создания подъёмной силы с помощью фиксированного крыла.

В данной работе выполнено моделирование динамики полёта БЛА самолётного типа в продольном канале с использованием среды SimInTech [3]. Продольное движение раскладывается на две составляющие: быстрое (быстро затухающее) и медленное (медленно затухающее) движения. У БЛА этап медленного движения обычно не успевает развиться, то есть для рассматриваемого объекта допустимо рассматривать только первый этап возмущённого движения – быстрое движение. Разработанная модель позволяет промоделировать как непосредственно динамику полёта БЛА, так и оценить влияние на неё комплекса вооружения, размещенного по продольной оси носителя [4]. Модель содержит два основных блока «Субмодель» из библиотеки «Субструктуры»:

• имитации возмущающей силы и момента, возникающих при использовании вооружения;

• продольного движения БЛА, содержащую дифференциальные уравнения и элементы системы стабилизации продольного движения.

В состав субмодели продольного движения БЛА входят четыре субмодели: три субмодели, описывающие дифференциальные уравнения скорости, угловой скорости и угла атаки, и субмодель, описывающая элементы системы стабилизации продольного движения. В субмодели элементов системы стабилизации продольного движения ЛА осуществляется вычисление угла отклонения рулей высоты и рычага РУД. Значения передаточных коэффициентов системы стабилизации подобраны таким образом, чтобы время переходных процессов было характерным для времени переходных процессов БЛА.

В результате моделирования получены характеристики управляемости и устойчивости БЛА, а также графики изменения угла атаки, тангажа и отклонения рулей высоты, линейной и угловой скоростей.

Список литературы

1. Полтавский А.В. Беспилотные летательные аппараты в системе вооружения [Текст] / А.В. Полтавский // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2011. № 163. С. 163-170.

2. Зинченко О.Н. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования (часть 1).

3. Карташов Б. А., Шабаев Е. А., Козлов О. С., Щекатуров А. М. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 424 с.

4. Беклемищев Ф.С. Разработка несъемной пушечной установки для легкомоторного самолёта с турбовинтовым двигателем [Текст] / Ф.С. Беклемищев, К.М. Тихонов, В.П. Селиванов // Известия ТулГУ. Технические Науки 2015. Вып. 8: в 2 ч. Ч. 2. С. 209-222.

О выборе типа манипулятора для проектируемого подводного аппарата

Шарафутдинова Р.А.
Научный руководитель — к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
rsamper20@gmail.com

Применение телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА), оснащённых манипуляторными комплексами актуально для рабочих глубин сверх пределов, доступных водолазам. В таких условиях подобные комплексы становятся примером средством выполнения подводных работ. Примером такого манипулятора может служить ТНПА, созданный АО «Южморгеология» с участием КНИТУ–КАИ – многофункциональный телеуправляемый подводный аппарат RT-1000.

Манипуляторы сегодня – незаменимые помощники в широком спектре задач для ведения океанографических и других видов работ на глубине. Из разработанных ранее подводных манипуляторов можно выделить две принципиальные схемы управления манипулятором: с гидравлическим приводом и электрическим приводом.

Главные достоинства электрического манипулятора: значительно меньшие вес и объем, плавность работы, взаимозаменяемость модулей, возможность использования двигателей с наибольшей мощностью. Также преимуществом является работа захватных устройств независимо от перемещений других модулей и возможность удержания захвата, даже при отказе электропитания.

Гидравлический манипулятор отличается быстротой инадежностью. В случае широкого применения электронных следящих систем можно добиться снижения веса и упростить конструкцию манипулятора.

Манипулятор данного типа обладает хорошей подвижностью на больших глубинах и точностью. Отличительной особенностью является высокая грузоподъемность.

По результатам сравнительного анализа характеристик манипуляторов с электрическими и гидравлическими приводами сделан вывод о том, что для рассматриваемого подводного аппарата наиболее подходящим будет гидравлический манипулятор, обладающий такими техническими характеристиками, как надежность и способность работы на больших глубинах за счет установленной защиты от высокого давления.

Список литературы

1. Зуев А.В. Разработка и исследование системы диагностирования дефектов в электроприводах подводных манипуляторов / А.В. Зуев, А.А. Проценко // Робототехника и искусственный интеллект Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Сибирский федеральный университет; межинститутская базовая кафедра "Прикладная физика и базовые космические технологии". 2017. С. 50-55.

2. Шостак В.П. Подводные аппараты-роботы и их манипуляторы / В.П. Шостак. – Чикаго, 2011. 136 с.

3. Филаретов В.Ф. Метод супервизорного управления манипулятором подводного робота / В.Ф. Филаретов, А.Ю. Коноплин, Н.Ю. Коноплин // Мехатроника, автоматизация, управление. 2018. Т. 19. № 2. С. 95-99.

Направление №7 Математические методы в аэрокосмической науке и технике

Секция №7.1 Теория управления и оптимизация

Метод оценки влияния акторов при анализе сложных сетей

Александрова У.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Осипова В.А.
МАИ, Москва
ulyanaaleksandrova94@mail.ru

В последнее время задача анализа различных сложных сетей, в частности исследование их структуры и определение ключевых элементов, становится актуальной и занимает особое место наряду с другими исследованиями сетей. В работе рассматривается метод оценки влияния актора при анализе сетей. Топология сетей, отражающих взаимодействие акторов, оказывает влияние на принятие решений, связанных с их анализом.

Рассматриваем сеть как неориентированный граф с вершинами (акторами) и ребрами, соединяющими вершины. Важной характеристикой сети является понятие центральности вершины. Множество определений центральности сводится к трем основным концепциям, причем все три достигают максимума для центра сети, имеющей топологию звезды или кольца.

1. Центральность вершины как отражение потенциальной активности. Концепция этого подхода состоит в определении центральности как степень вершины i, и центральность определяется количеством смежных с i вершин.
2. Центральность вершины как возможность управления передачей. Данный подход основывается на частоте прохождения через нее кратчайших путей между всеми парами вершин. Эта величина определяет долю кратчайших путей между вершинами i и j, проходящих через k, и ее можно интерпретировать как вероятность того, что случайно выбранный кратчайший путь между вершинами i и j пройдет через вершину k.
3. Центральность вершины как отражение ее независимости или эффективности. Эта концепция также базируется на идее контроля коммуникаций. Актор считается центральным до той степени, до которой он может избежать контроля со стороны других. Рассматривается простой и естественный вариант такой меры, где центральность измеряется путем суммирования кратчайших расстояний от вершины до всех остальных.

Наряду с понятием «центральность вершины» важной характеристикой сети выступает понятие центральность сети (графа). В идеальном случае индексы центральности графа, независимо от того, на какой мере центральности вершины они основаны, должны обладать следующими свойствами [1]:

1) показывать, до какой степени центральность самой центральной вершины превосходит центральность остальных вершин;

2) выражаться отношением этого превосходства к максимально возможному значению для графа, содержащего рассматриваемое количество вершин. Центральность графа равна 0 тогда и только тогда, когда центральности всех вершин равны, и равна 1 тогда и только тогда, когда некоторая вершина v* полностью доминирует над всеми остальными.

Предложен способ оценки степени влияния вершины (актора) на топологию графа (сети).

Определение 1. Граф G считается достаточно централизованным, если индекс центральности этого графа меньше заданного порогового значения q, $0<q<1$.

Определение 2. Вершина vi называется ключевой, если после ее удаления граф не является достаточно централизованным.

В качестве показателя оценки влияния вершины-актора на топологию сети рассматриваем характеристику, аналогичную по своей структуре индексу Банцафа, основанному на вычислении доли подграфов графа G, в которых вершина vi является ключевой, т.е. отношению числа подграфов графа G, в которых вершина vi является ключевой, к общему числу подграфов графа G, содержащих вершину vi.

Алгоритмы определения меры центральности графов и оценки влияния вершины на топологию сети имеют вычислительную сложность порядка ($O(n^3)$), что усложняет их использование в больших реальных сетях. Для вычислений в работе рассматривалась центральность вершины по степени, как отражение потенциальной активности актора.

Список литературы
1. Freeman L. C. Centrality in social networks. Conceptual clarification // Soc. Networks. 1978/79. V. 1. P. 215-239.
2. Leavitt H. J. Some effects of certain communication patterns on group performance // J. Abnorm. and Soc. Psychology. 1951. V. 46. P. 38-50.
3. Bavelas A. A mathematical model for group structure // Human Organization. 1948. V. 7. P. 16-30.
4. Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 344 с.

Совершенствование методики работы склада авиационного вооружения авиационной части с применением теории массового обслуживания

Бандура А.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванов Н.Г.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
sashabandura@mail.ru

Авиационные средства поражения являются одним из основных и весьма специфических элементов боевых ударных комплексов. Именно разрушающее действие боевых частей, т. е. способность средств поражения наносить ощутимый ущерб атакуемым целям или объектам противника, оправдывает целесообразность экономических затрат на разработку таких дорогостоящих средств доставки боеприпасов, какими являются современные летательные аппараты. Именно поэтому для поддержания постоянной боевой готовности в авиационных частях необходима быстрая и своевременная доставка авиационных средств поражения летательным аппаратам.

В ходе повседневной деятельности службы авиационного вооружения обеспечение ее материальными средствами производится согласно нормам, определенными руководящими документами.

Однако при переходе службы авиационного вооружения с мирного времени на военное, возрастает потребность ее в обеспечении материальными средствами.

Работа службы авиационного вооружения в мирное время осуществляется на основании требований руководящих документов, но с переходом на военное время она существенно меняется и принимает более сложный характер.

При возникновении локальных войн, вооруженных конфликтов потребность в обеспечении авиационными средствами поражения может резко возрасти. Вследствие этого возникает необходимость в оптимизации работы службы авиационного вооружения при массовой выдаче авиационных средств поражения. Для этого можно применить теорию массового обслуживания, определив при этом максимальное количество каналов, которые можно будет задействовать для обеспечения авиационной части авиационными средствами поражения.

Системы, использующие принципы и методы теории массового обслуживания, получили название систем массового обслуживания. Работа системы массового обслуживания состоит в выполнении поступающего на нее потока требований или заявок на обслуживание. Воспользуемся системой массового обслуживания с ожиданием. В такой системе заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, становится в очередь и ожидает, пока освободится один из каналов. Как только освободится канал, принимается к обслуживанию одна из заявок, стоящих в очереди. В этом типе выделяют системы с неограниченным и ограниченным временем ожидания [Л].

Предметом теории массового обслуживания является установление зависимости между характером потока заявок, характеристиками системы массового обслуживания и успешностью (эффективностью) обслуживания. Для системы массового обслуживания основным фактором, который влияет на протекающие в ней процессы, является поток заявок. Поэтому математическое описание системы массового обслуживания начинается с описания потока заявок [Л].

Таким образом, при использовании теории массового обслуживания возможна оптимизация работы службы авиационного вооружения при массовой выдаче авиационных средств поражения.

Литература

Сирота А.А. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем. – М.: Техносфера, 2006. – 280 с.

Разработка методологии оптимизации процессов технического обслуживания и ремонта авиационной техники на основе бережливого производства

Баскакова О.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бахвалов Ю.О.
МАИ, Москва
bosokss@mail.ru

Целью работы было создать методологию на основе бережливого производства для устранения разного рода потерь на предприятиях по технического обслуживанию и ремонту авиационной техники (ТОиР). Для этого проведено исследование опыта внедрения бережливого производства у ряда предприятий с последующим анализом возникших ошибок и сложностей, а также изучена структура нескольких предприятий по ТОиР авиатехники для создания наиболее полной методологии. Задачей было выявить «узкие» места при рабочем процессе и с помощью инструментов lean-технологий найти решение для их устранения.

Внедрение бережливого производства на сегодняшний день имеет высокую популярность из-за возможности быстрого повышения эффективности рабочего процесса, уменьшения количества затрат и получения большей прибыли.

Система бережливого производства была разработана руководителем компании «Тойота» Тайити Оно. Основополагающие факторы в данной системе: вовлечение каждого сотрудника в процесс совершенствования производства и гармонизация выпуска деталей по мере необходимости. Со временем появились и другие: метод 5С (о содержании рабочего места); сигнализирование (метки на деталях и инструментах для сокращения времени поиска необходимого); изменение поточной линии (для одновременной сборки нескольких объектов); совмещение нескольких видов работ в одну; всеобщий уход за оборудованием; создание карт потока ценностей и др. [1][2]

Для успешного внедрения бережливого производства необходимо провести анализ выпуска продукции, выявить и классифицировать потери, расставив приоритеты решения задач.

Структура ТОиР авиатехники достаточно сложна, каждая проверка проходит после определенного количества часов налета и включает в себя разные методы проверки. Каждая стратегия проверки прописана регламентом и должна соблюдаться неукоснительно.

В ходе исследования были разработаны принципы, позволяющие устранить или снизить потери; проведено сравнение с уже существующим успешным опытом предприятий по ТОиР и разработана наиболее оптимальная методология.

Список литературы

1. Вумек Джеймс П. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций» /Дэниэл Т. Джонс; пер. с английского С.Турко, ред. С.Турко и П.Суворова, науч. ред. Ю.Адлер – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473 с.
2. Джордж М.Л. Бережливое производство + шесть сигм. Комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства; Пер. с англ. Научная редакция С. Турко, Ю. Адлер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 360 с.

Оптимальное управление продольно движущейся упругой пластины и неупругой мембраны

Батурина В.С., Толкачев И.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Петров В.М.
МАИ, Москва
valeriya95baturina@gmail.com

В данной работе рассматривается одна из проблем механики движения материалов –подавление вибраций с помощью активной системы привода. Проблема сводится к задаче оптимизации с различными ограничениями. В частности, рассматривается задача о подавлении возникающих при больших скоростях поперечных колебаний полотна с помощью движущегося привода.

Проблема актуальна для производственных предприятий, специализирующихся на производстве по прокатке различных материалов. В большинстве своём они не используют систем с активным приводом для подавления вибраций. Решение данной задачи и внедрение подобных систем позволит повысить скорость производства и улучшить качество выпускаемой продукции. Частным случаем задачи является процесс производства листового металла и бумажного полотна.

Данная задача сводится к задаче оптимального управления процесса, описываемого гиперболическим уравнением в частных производных, при этом уравнение для моделирования процесса производства бумаги имеет второй порядок старших производных, а для производства листового металла – четвертый, так как в этом случае учитывается упругость материала.

Для решения таких задач установлен, с помощью сингулярного варьирования, принцип максимума Л.С. Понтрягина, как для бумажного, так и для металлического полотна.

Этот принцип был использован при численном решении обеих задач. Для численного моделирования использовались неявные разностные схемы второго порядка с применением метода матричной прогонки.

В результате данной работы будут созданы программные комплексы, позволяющие вычислить оптимальное управление для каждой из задач. Для их написания используется язык программирования C# с применением технологии WPF (Windows Presentation Foundation). Комплексы позволяют пользователю вводить все необходимые параметры (скорость распространения волны, скорость движения полотна, масса на единицу длинны полотна) и начальные условия. В результате работы можно посмотреть на интерактивных графиках поведение систем с оптимальным управлением и без него, а также график активатора, который играет роль управления.

Исследование методов определения вероятности выполнения боевого задания для БЛА

Бурдин С.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Красильщиков М.Н.
МАИ, Москва
annaburdina555@mail.ru

Рассматриваются методы анализа вероятности выполнения боевого задания беспилотными летательными аппаратами, у которых имеются специфические характеристики (скорость, боевая мощность…). Во-первых, это искусственные нейронные сети, алгоритмы с подкреплением, а также модели логистической регрессии. Общее в этих методах то, что необходимо использовать большой объем данных. Чтобы анализировать данные, нужно: уметь хранить данные структурированно, надежно (данные не должны теряться) и с разграничением прав доступа; объединять данные из разных источников; создавать производные от данных; иметь удобный доступ к данным – как с помощью специальных программ, так и путем написания запросов вручную.

Данные в хранилище по степени своей актуальности подразделяются на текущие, актуальные и «холодные» (исторические). Значения признаков данных представляют собой числа или же могут быть закодированы числами, в том числе шкалами.

Логистическая регрессия — это статистическая модель, используемая для прогнозирования вероятности возникновения некоторого события путём подгонки данных к логистической кривой.

Модель логистической регрессии «обучается» на доступных данных с теми или иными комбинациями значений исходных данных.

Для «обучения» модели возьмем накопленную информацию о проведённых испытаниях. Введем целевую переменную Yi, равную -1, если i-е боевое задание выполнено, и равную 1, если не выполнено.

Построим гиперплоскость, состоящую из вектора признаков объекта (БЛА, выполняющего боевое задание) вместе с единицей и веса в линейной модели (вместе со смещением), выбранных так, чтобы логистическая функция потерь достигала своего минимума.

Если с одной стороны гиперплоскости оказались только объекты, для которых Yi=1, а с другой – только объекты, для которых Yi = -1, то обучающая выборка называется линейно разделимой. При этом, если у i-го объекта Yi=1, то скалярное произведение векторов, образующих гиперплоскость, должно быть положительным. Тогда Отступ (margin) классификации на объекте Xi будет положительным для каждого X.

• Если отступ большой (по модулю) и положительный, то это значит, что объект классифицирован правильно и при этом находится далеко от разделяющей гиперплоскости и, таким образом, классифицируется уверенно;

• Если отступ большой (по модулю) и отрицательный, то объект также находится далеко от разделяющей гиперплоскости, но классифицирован неправильно, например из-за ошибки, допущенной при составлении обучающей выборки;

• Если отступ малый (по модулю), то объект находится близко к разделяющей гиперплоскости, а знак отступа определяет, правильно ли объект классифицирован.

Таким образом, минимизация логистической функции потерь состоит в минимизации веса неверно классифицированных объектов. Так как выброс вносит в логистическую функцию потерь вклад, сравнимый с несколькими «приграничными» объектами, а уровень потерь от реальных невыполнений боевого задания не отражен в модели, нужно до определения вектора весов избавить выборку от выбросов.

Модель логистической регрессии позволяет для каждого Xi вычислить вероятность того, что Yi= 1.

Прогнозирование не просто ответа ("+1" или "-1"), а именно вероятности отнесения операции по выполнению боевого задания к одному из двух классов дает возможность прогнозировать вероятность невыполнения боевого задания.

Модификация метода анализа иерархий с использованием алгоритмов теории графов

Дубинина К.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Осипова В.А.
МАИ, Москва
karina.dubinina@mail.ru

Одним из распространенных методов исследования сложных проблем принятия решения для разнообразного круга задач является метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т. Саати. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения. МАИ основан на подходе к назначению «весов» конечному набору n сравниваемых объектов на основе матрицы парных сравнений. Данная матрица формируется экспертами, а искомый весовой вектор вычисляется как собственный вектор этой матрицы, отвечающий максимальному собственному значению.

Целью работы является формирование матрицы парных сравнений в методе анализа иерархий, используя алгоритмы теории графов, применение данного метода для оценки стоимости лизинга летательного аппарата.

В данной работе рассматривается подход, связанный с выбором однозначно определяющих матрицу парных сравнений элементов и требующей значительно меньшего числа экспертных оценок, чем в МАИ, и предлагается его программная реализация, основанная на использовании алгоритмов теории графов.

Рассматриваются понятия определяющего, зависимого и базисного набора элементов матрицы, а также понятие порожденного графа; описана теорема, устанавливающая правило выбора «определяющего» базисного набора, для построения которого потребуется всего n – 1 оценка эксперта с использованием понятия порожденного графа, где n – количество объектов (элементов). Это значительно меньше, чем в обычном МАИ, и в то же время, позволяет нам построить матрицу парных сравнений, не лишенную свойства согласованности.

С целью проверки, является ли набор базисным, использованы алгоритмы теории графов, в том числе алгоритм Уоршелла проверки связности для порожденного графа, который продемонстрирован в данной работе.

Если набор элементов оказался базисным, то, используя свойства матрицы, определяют остальные элементы матрицы парных сравнений. В противном случае от эксперта требуется дополнительные сравнения пар элементов. Их количество зависит от числа компонент связности. Для нахождения этого числа предложен алгоритм, описанный в статье. Эксперт сам может выбрать подходящую пару элементов из разных компонент связности для оценивания, в результате чего получается связный порожденный граф, и, следовательно, базисный набор элементов, на основе которого строится матрица парных сравнений.

В качестве примера рассмотрена задача выбора оптимальной стратегии с минимальными затратами на лизинг воздушного судна. Лицо, принимающее решение (ЛПР), выбирает тип лизинга, анализируя характеристики летательного аппарата и вида лизинга. С помощью предложенного упрощенного метода анализа иерархий приводится метод оценки стоимости летательного аппарата при лизинге.

Все изложенные алгоритмы реализованы в программной среде Delphi. Данная программная система позволяет упростить процедуру формирования матрицы парных сравнений и быстро оценить согласованность матрицы при использовании метода анализа иерархий.

Калмановская фильтрация в задаче автоматического сопровождения цели радиолокационной станцией

Егорова В.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Горяинов А.В.
МАИ, Москва
Valery1412@mail.ru

Обработка радиолокационной информации является одной из главных составляющих функционирования радиолокационной станции (РЛС). По мере развития электронных вычислительных машин (ЭВМ) скорость обработки цифровой информации увеличилась, а стоимость и размеры цифровой аппаратной части снизились, что позволило добавить в РЛС функцию автоматического обнаружения и сопровождения целей [Л].

Работа автоматической системы сопровождения состоит в формировании траектории, которая состоит из сведений об обнаружении цели и самих характеристик (координаты и скорости) обнаруженной цели. Следовательно, задача сопровождения сводится к построению картины наблюдения, которая содержит траектории существующих целей со случайным отклонением от их истинного положения, из картины, содержащей сведения обо всех обнаруженных целях, в том числе ложных обнаружениях и помехах. Для решения задачи сопровождения в современных РЛС используются алгоритмы калмановской фильтрации.

Целью данной работы является реализация алгоритмов фильтров Калмана, таких как обобщенный и сигма-точечный фильтры Калмана, и сравнительный анализ их точности оценивания характеристики обнаруженной цели на задаче отслеживания координат и скоростей движущегося «на нас» объекта.

Рассмотренные алгоритмы были реализованы с помощью матричных вычислений пакета MATLAB. Показано, что оценка координат и скоростей в прямоугольной системе координат, полученная с помощью сигма-точечного фильтра, имеет сопоставимое значение по сравнению с обобщенным фильтром Калмана, но при этом можно говорить о том, что сигма-точечный метод имеет меньшую флуктуацию значения оцениваемых характеристик цели. Данное наблюдение уже свидетельствует о преимуществе использования сигма-точечного метода на задаче отслеживания характеристик обнаруженного объекта. Но стоит учесть, что РЛС получают данные о цели в полярной системе координат, потому необходимо выполнять пересчет для получения оценок в декартовой системе координат. Использование обобщённого фильтра Калмана на рассматриваемой задаче отслеживания координат и скоростей в полярных координатах затруднено из-за трудоемкости процесса линеаризации параметров объекта. По этой причине целесообразнее использовать алгоритм сигма-точечного метода, который обходит процесс линеаризации и потому позволяет получить более точные оценки характеристик цели.

В дальнейшем будет рассмотрена задача фильтрации параметров объекта, полученных в полярной системе координат при выполнении маневра в горизонтальной плоскости.

Литература

Сколник М. Справочник по радиолокации / Под ред. М.И. Сколника; Пер. С англ. под общей ред. В.С.Вербы. В 2 кн. Кн. 1.– М.: Техносфера, 2014.

Оценка размера выборки для аппроксимации задач стохастической оптимизации с вероятностными критериями

Женевская И.Д.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Иванов С.В.
МАИ, Москва
genevskaia@gmail.com

Работа посвящена исследованию метода выборочной аппроксимации для решения задач стохастического программирования с вероятностными критериями, а именно оценки необходимого размера выборки для аппроксимации задач максимизации функции вероятности и минимизации функции квантили. Данные оценки позволяют гарантировать, что множество оптимальных стратегий аппроксимирующей задачи является подмножеством множества оптимальных стратегий исходной задачи.

Предлагаемые в работе оценки являются довольно приблизительными для практического применения, но позволяют судить о сложности решения исходной проблемы и использовать методы решения задач стохастического программирования с вероятностными критериями в случае

дискретного распределения вектора случайных параметров. Такие задачи могут быть сведены к задачам смешанного целочисленного программирования, которые можно решить с использованием специального программного обеспечения.

Для оценки необходимого числа реализаций случайного вектора используется экспоненциальная оценка больших уклонений. Для задачи максимизации функции вероятности расматривается случай конечного множества возможных стратегий, а затем, в предположении о Липшицевости функции вероятности, полученный результат расширяется на случай ограниченного, но не обязательно конечного, множества допустимых стратегий. Для минимизации функции квантили рассмотрен случай конечного множества возможных стратегий.

Полученный результат позволяет на практике использовать сходимость выборочных аппроксимаций задач максимизации функции вероятности и минимизации функции квантили и судить о качестве получаемых решений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 19-07-00436А).

Применение мультиагентных алгоритмов для поиска оптимального программного управления детерминированными системами

Каранэ М.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пантелеев А.В.
МАИ, Москва
mmarselina@mail.ru

Тема поиска оптимального программного управления является актуальной в связи со сложностью решения большинства прикладных задач авиационной и космической техники. Многие из них решаются только численно, поэтому разработка таких алгоритмов ведется уже более 50-ти лет. С момента создания таких методов и до настоящих дней сложность алгоритмов возрастала, но усложнялись и сами задачи, требующие решения. Поэтому следует искать новые подходы для решения подобных задач.

В данной работе предлагается алгоритм нахождения оптимального программного управления детерминированными системами с помощью мультиагентных метаэвристических методов условной глобальной оптимизации: метода, имитирующего поведение стаи рыб, метода, имитирующего поведение стаи криля, и метода, имитирующего империалистическую конкуренцию.

В мультиагентных методах используются операции, которые реализуют некоторые действия в среде с множеством агентов (особей), имеющих возможность обмениваться информацией между собой и со своими потомками. Эти действия непосредственно имитируют процессы, совершающиеся в среде «обитания» этих агентов. Выполняя эти операции над агентами, производится поиск лучшего агента, положение которого будет приниматься за решение задачи.

Используя эти методы, предложено сформировать алгоритм нахождения оптимального программного управления для одного класса детерминированных динамических систем, который ищет управление в релейном виде с некоторым конечным числом переключений. Количество переключений является параметром алгоритма и выбирается опытным путем.

Предварительно требуется задать необходимые параметры метода, опираясь на опыт решения тестовых задач. На первом этапе поиска проводится равномерное распределение начальной популяции на интервале времени функционирования системы, с помощью выбранного мультиагентного алгоритма. Полученные значения являются точками переключения в законе управления. После интегрирования системы дифференциальных уравнений, описывающей поведение модели объекта управления, можно получить траектории и вычислить значение критерия качества. На втором этапе требуется задействовать операции мультиагентного метода, обеспечивающие изменение значений точек переключения для достижения оптимального значения критерия. Итерационный процесс подбора точек переключения заканчивается по достижении заданного числа итераций. Таким образом, находится приближенное решение поставленной задачи оптимального управления.

На основе описанных алгоритмов было сформировано программное обеспечение, позволяющее находить оптимальное программное управление для рассматриваемого класса детерминированных систем. Сформированный комплекс программ позволяет изображать графики оптимальных траекторий и управления.

С помощью разработанного программного обеспечения решен специально подобранный набор тестовых задач о нахождении оптимального программного управления. По результатам решения этих задач был сделан вывод о том, что рассмотренный алгоритм можно успешно применять и находить близкое к точному решение за приемлемое время.

Математическое обеспечение систем диагностирования канала генерирования авиационных систем электроснабжения

Карачун О.Г., Терещенко К.В., Бунас К.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Капустин А.Г.
БГАА, Минск, Беларусь
oleg.karachun.99@mail.ru

В работе рассмотрен возможный способ технической диагностики канала генерирования электроэнергии системы электроснабжения воздушного судна с помощью аппарата булевых функций. В основе данного подхода лежит попытка формализации информации о состоянии канала генерирования и его элементов.

Показано, что с помощью аппарата булевых функций возможно делать достаточно правдоподобную оценку о возможных неисправностях и причинах отказов. Условиями такого анализа является текущее состояние элементов канала генерирования и оценки диагностических признаков.

В работе проведено ранжирование неисправностей с учетом скорости протекания процессов в системах автоматического регулирования напряжения и частоты, различающихся более чем на порядок, что позволяет выявить наиболее существенные признаки неисправности и принять решение о дальнейшей эксплуатации объекта.

При определении диагностических признаков принималось во внимание, что все возмущения, возникающие в канале генерирования, могут быть связаны только с отказами в его элементах. Поэтому это условие является достаточным для решения вопроса о работоспособности канала генерирования. На основе использования структурного анализа этой информации сформированы диагностические признаки о текущих значениях параметров элементов канала генерирования. С помощью составленной диагностической матрицы определена минимальная совокупность диагностических признаков, которая обеспечивает возможность решения задачи диагностирования с требуемой точностью – канал генерирования или элемент канала или система распределения электроэнергии. С целью обеспечения высокой помехоустойчивости и исключения ложных срабатываний аппаратуры диагностирования учитывался дополнительный цикл измерения контролируемых параметров.

Достоверность представленных положений подтверждается соответствующими расчетами и имитационным моделированием.

Таким образом, математическая модель, построенная на аппарате булевых функций, содержит в себе элементы определения отказов агрегатов канала генерирования электроэнергии системы электроснабжения воздушного судна.

Применение алгоритмов метаэвристической глобальной оптимизации к решению некоторых задач машинного обучения и математического моделирования

Кондаратцев В.Л.
МАИ, Москва
resi2311@mail.ru

Оптимизация – важная и неотъемлемая часть решения задач математического моделирования и машинного обучения. От минимизации эмпирического риска при построении классификаторов до поиска оптимальной стратегии поведения агента в обучении с подкреплением – везде необходимо решать задачи конечномерной и бесконечномерной оптимизации. Каждая конкретная задача требует применения специального метода оптимизации, наиболее ей подходящего. Наибольшее распространение получили методы 1-го и 2-го порядков или т.н. градиентные методы и их модификации. Методы обладают рядом преимуществ (целенаправленность поиска, доказанная сходимость к решению и т.д.), позволяющих успешно применять их при решении различных задач машинного обучения. Например, для настройки весов искусственной нейронной сети применяется алгоритм обратного распространения ошибки, принадлежащий семейству градиентных алгоритмов.

Однако градиентные методы также обладают рядом недостатков, делающих их применение в конкретных задачах либо проблематичным, либо вовсе невозможным. Например, в задачах негладкой оптимизации или в задачах поиска глобального экстремума для мультиэкстремальных функций, в которых градиентные методы могут выделить лишь локальные экстремумы [2]. Альтернативным подходом служат методы 0-го порядка, не требующие знания структуры оптимизируемой функции и вычисления градиента.

Среди методов 0-го порядка в последние годы особенно выделяются биоинспирированные метаэвристические алгоритмы поиска глобального экстремума [1]. Несмотря на отсутствие доказательств о сходимости этих методов, их часто применяют на практике для решения сложных оптимизационных задач. В частности, в машинном обучении наиболее известно применение генетических алгоритмов в области обучения с подкреплением. Однако, что касается других областей машинного обучения, несмотря на различные исследования [2,3], нет окончательной ясности о том, как и в каких задачах лучше пользоваться теми или иными методами. Это обстоятельство и послужило поводом для проведения ряда экспериментов по улучшению алгоритмов классического машинного и глубокого обучения и математического моделирования.

В частности, были поставлены следующие задачи:

1) Построение линейного биклассификатора методом минимизации эмпирического риска с помощью метода частиц в стае. Так как эмпирический риск – негладкий функционал с многочисленными плато постоянства значения функционала, то обычно рассматривается некоторый мажорирующий функционал, для которого проводится процесс градиентной оптимизации.

2) Настройка весов полносвязной нейронной сети, решающей задачу классификации рукописных цифр (набор данных MNIST) различными метаэвристическими методами.

3) Синтез минимальной архитектуры полносвязной нейронной сети с помощью различных метаэвристических методов, решающих предыдущую задачу.

4) Синтез архитектуры генеративно-состязательной сети, порождающей заданное набором данных мультимодальное одномерное распределение.

6) Поиск множества начальных условий на фазовой плоскости для решения краевой П-задачи оптимального управления с ограничениями на фазовые координаты демпфирования колебания спутника.

Для каждой задачи получены результаты, позволяющие судить о перспективе дальнейшей применимости метаэвристических методов в области машинного обучения. Для решения задач был использован готовый Фреймворк Pygmo от европейского космического агентства для оптимизации 0-го порядка.

Список литературы

1. Пантелеев А.В. Методы глобальной оптимизации/ А.В. Пантелеев, Д.В. Метлицкая, Е.А. Алешина – М.: Вузовская книга, 2013. – 243 с.

2. Pan Z., Kang. L., Nie S. Evolving Both the Topology and Weights of Neural Networks. // Parallel Algorithms and Applications. – 1996. – Vol.9, P. 299–307.

3. Moriarty D. E., Miikkulainen R. Forming Neural Networks through Efficient and Adaptive Coevolution // Evolutionary Computation. 1998. No 5(4).

Идентификация взаимосвязанных параметров системы линейных регрессий

Котенко А.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Котенко А.П.

Самарский государственный технический университет, Самара

ako1959@mail.ru

Системы линейных регрессионных уравнений описывают характеристики сложных систем управления с оценками по противоречивым критериям: себестоимость – качество, сложность системы – надёжность работы и т.п. Однозначная идентификация параметров регрессионных уравнений по статистическим данным о реакции результата на изменения управляемых параметров позволяет найти набор управлений, обеспечивающий компромисс критериев. Это даёт решение задачи многокритериальной оптимизации. Эндогенные переменные уравнений выступают в качестве целевых функций, а экзогенные переменные представляют допустимые управляющие воздействия. Наличие стохастических факторов не мешает определять с заданной надёжностью оптимальные значения управляющих воздействий.

Пусть n-мерный вектор-столбец X представляет управляющие параметры (регрессоры), то есть экзогенные переменные регрессионных уравнений; k-мерный вектор-столбец Y описывает результирующие факторы (целевые параметры), то есть эндогенные переменные; N – число одномоментных стандартизованных наблюдений всего набора экзогенных и эндогенных переменных (объём выборки). Составим систему k линейных взаимозависимых уравнений (структурную форму модели – СФМ) AY=BX, где A – квадратная матрица структурных коэффициентов при k эндогенных переменных; B – матрица из kn структурных коэффициентов при n экзогенных переменных соответственно. Элементы главной диагонали матрицы A предполагаем единичными, то есть не

требующими идентификации. Структурную форму идентифицируем с помощью приведённой формы модели (ПФМ) Y=CX+E с k регрессионными МНК-уравнениями, где C – матрица приведённых коэффициентов, связывающих по отдельности каждую из k эндогенных переменных со всеми n регрессорами; E=Y–CX – вектор-столбец невязок между столбцами Y наблюдаемых и регрессионных (расчётных) значений CX эндогенных переменных. Незначимые приведённые коэффициенты матрицы C обнулим. Если для каждого уравнения ПФМ выполняются условия применимости метода наименьших квадратов (МНК), то приведённые МНК-коэффициенты однозначно определяются заданной выборкой объёма N. Поставим задачу однозначного определения матриц структурных коэффициентов A, B по матрице C из равенства ACX=BX.

Если все приведённые коэффициенты общим числом kn значимы, а вектор-столбцы наблюдений регрессоров линейно независимы (rank X=n), то с помощью косвенного МНК получим систему kn линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) AC=B для неизвестных элементов матриц A, B. Так, получается k независимых подсистем для идентификации коэффициентов каждого из k уравнений СФМ. Три возможных случая неразрешимости, неопределённости и однозначной разрешимости этих подсистем определяются теоремой Кронекера–Капелли.

1. В случае однозначной алгебраической разрешимости однозначное соответствие приведённых и структурных коэффициентов определено единственным решением подсистемы линейных уравнений с квадратной невырожденной матрицей.

2. Случай алгебраической неразрешимости порождает однозначное статистическое соответствие приведённых и структурных коэффициентов с помощью двухшагового МНК [1].

3. Наконец, неопределённость соответствующей подсистемы означает, что заданная выборка имеет недостаточный объём N для однозначного соответствия рассматриваемой СФМ полученному набору приведённых МНК-параметров. Наличие хотя бы одной такой подсистемы делает всю предложенную модель неидентифицируемой [2].

В первом и втором случаях из равенства AY=BX следует, что при обратимости квадратной матрицы B по заданным оптимальным значениям целевых показателей Y* алгебраически или статистически однозначно определяется набор управляющих параметров X*=B–1AY*. Наличие r алгебраических связей между структурными коэффициентами ведёт к уменьшению их независимого набора на r неизвестных. Без ограничения общности считаем, что число подсистем линейных уравнений осталось прежним. В каждом из трёх рассмотренных случаев меняются ранги матрицы системы и расширенной матрицы из теоремы Кронекера–Капелли. Это позволяет введением дополнительных ограничений превратить случаи неидентифицируемости или статистической идентифицируемости СФМ в алгебраическую идентифицируемость.

Список литературы

1. Котенко А.П., Букаренко М.Б. Геометрия систем линейных регрессионных уравнений // Известия СНЦ РАН. Т.15, №6(3), – Самара, 2013. С. 820-823.

2. Котенко А.П., Кузнецова О.А. Применение методов многомерного регрессионного анализа для оптимизации производства битума стандартизованных характеристик // современные информационные технологии и ИТ-образование. Сборник научных трудов 10-й Юбилейной международной научно-практической конф. – М.: МГУ, 2015. С. 356-359.

Исследование конечномерных алгоритмов нелинейной логико-динамической фильтрации случайных марковских последовательностей

Ломакин А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Руденко Е.А.
МАИ, Москва
tercteberc@yandex.ru

Рассматривается многорежимный объект, случайное поведение которого в каждый момент времени определяется номером структуры и вектором абсолютно непрерывных переменных состояния. Их изменение описывается марковской системой из двух взаимосвязанных разностных уравнений – логики перехода на новый режим и динамики при каждом режиме. Начальное состояние имеет распределение в виде произведения вероятности дискретной компоненты на условную плотность вероятности континуальной компоненты. Для уточнения неопределённости состояния объекта выполняются абсолютно непрерывные измерения в присутствии дискретных белых шумов. Требуется на каждом такте по всем накопленным измерениям в темпе с их поступлением получать оценки текущего состояния объекта, оптимальные в смысле минимума средних квадратично-простых потерь.

Решающий эту задачу бесконечномерный абсолютно-оптимальный фильтр (АОФ) [1, 2], основанный на трудоёмком нахождении апостериорного распределения оцениваемых величин, практически не реализуем в реальном масштабе времени. Поэтому используют приближенные конечномерные алгоритмы фильтрации вроде банков из линеаризованных (Л) обобщённых фильтров Калмана и более точных гауссовских (Г), или статистически линеаризованных, фильтров нормальной аппроксимации. Но число их уравнений имеет значительный порядок.

Проще реализуемыми являются различные фильтры оптимальной структуры (ФОС) меньших порядков [2, 3], величину которых можно выбирать из условия компромисса между возможной точностью оценивания и доступной скоростью обработки измерений на имеющемся вычислителе. Хотя уравнения ФОС и могут быть получены заранее, до появления измерений, но это требует громоздких построений методом Монте-Карло гистограмм искомых структурных функций нескольких аргументов. Поэтому применяют те же Л и Г приближения. Тогда вид структурных функций субоптимальных логико-динамических ФОС находится аналитически, а методом Монте-Карло вычисляются только их параметры, что гораздо проще. Теперь учитываются лишь выборочные значения априорных вероятностей номера структуры, а также двух первых условных моментов векторов состояния объекта и фильтра. При этом состояние объекта либо совпадает с искомой оценкой, либо составляется из нескольких последних измерений или предыдущих оценок.

Для анализа точности и трудоёмкости реализации этих приближений к логико-динамическим АОФ и ФОС автором дополнен пакет Си-программ статистического моделирования [4]. Точность фильтра характеризуется математическим ожиданием и среднеквадратическим отклонением каждой компоненты континуальной ошибки оценивания, а также вероятностью неверной оценки номера режима. Трудоёмкость же реализации фильтра определяется временем вычисления им только требуемых оценок, исключая из общего времени моделирования получение случайных величин объекта и измерителя, а также вычисление различных статистик.

Структура пакета состоит из нескольких модулей. Основной модуль GUI (Graphical User Interface) состоит из классов, отвечающих за работу с пользовательским интерфейсом. Класс main_widget описывает главное окно программы и обращается к модулю CORE, который содержит описание для работы с функциями конкретных задач и фильтров разных типов. Модуль FILTERS содержит в себе реализации алгоритмов фильтров, а модуль TASKS – аналитические выражения функций решаемых задач, тогда как модуль MATH служит для работы с математическими объектами. Таким образом, класс main_widget обращается к модулю CORE, который, в свою очередь, обращается сначала к модулю TASKS и получает от него объект класса task, после чего передает его в модуль FILTERS, откуда возвращается объект класса filter. Дальше модуль CORE возвращает объект filter классу main_widget, и последний уже выдаёт график характеристик точности и время работы фильтра.

Новая часть пакета протестирована на известном скалярном примере оценивания состояния линейного объекта по измерениям со случайными выбросами, и с его помощью решена задача автономной навигации спускаемого аппарата на участке аэродинамического торможения с учётом возможных краткосрочных сбоев в работе датчиков.

Список литературы

1. Бухалёв В.А. Распознавание, оценивание и управление в системах со случайной скачкообразной структурой. – М.: Наука, 1996.

2. Руденко Е.А. Конечномерные рекуррентные алгоритмы оптимальной нелинейной логико-динамической фильтрации // Изв. РАН. ТиСУ. 2016. № 1. С. 43–65.

3. Руденко Е.А. Оптимальный дискретный логико-динамический фильтр с конечной памятью // Труды XI Межд. Четаевской конф. «Аналитическая механика, устойчивость и управление». Т. 3. Ч. III. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2017. С. 221-231.

4. Ломакин А.Г. Алгоритмическое и программное обеспечение субоптимальной нелинейной логико-динамической фильтрации случайных марковских последовательностей / Вып. раб. бакалавра по каф. «Математ. кибернетика». – М.: МАИ, 2017.

Аналитические и численные методы гашения колебаний движущегося полотна

Неборонов М.М.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Муравей Л.А.
МАИ, Москва
neboronov@gmail.com

Рассматриваемая задача актуальна для производственных процессов, которые связаны с продольным движением плоских материалов. Типичным примером таких процессов являются

конвейеры. Для таких процессов крайне нежелательны возникающие поперечные колебания (возмущения), которые описываются гиперболическим уравнением с начальными и краевыми условиями. В качестве плоского материала было рассмотрено бумажное полотно, так как изгибной жесткостью данного материала можно пренебречь.

При этом возникает задача гашения поперечных колебаний продольно движущегося бумажного полотна за конечное время. Так как управление в рассматриваемой задаче зависит не только от времени, но и от пространственной переменной, то основным методом аналитического исследования является исследование возникающей здесь тригонометрической проблемы моментов на произвольном временном отрезке. Для движущегося бумажного полотна находится минимальный во всём классе допустимых возмущений временной отрезок, на котором образующая проблему моментов тригонометрическая система является базисом Рисса. Это позволяет, используя сопряженную ей систему, найти в виде ряда оптимальное управление, соответствующее минимальному времени гашения колебаний (и, таким образом, построить так называемый 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.

В данной работе были использованы следующие численные методы: метод матричной прогонки – 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 в методе наискорейшего спуска. Для вычислений и визуализации результатов с помощью графиков была использована среда разработки Matlab.

Показано, что задача решается за конечное время и имеет место визуальное представление процесса гашения колебаний полотна и работы демпферов на конечном временном отрезке.

Целью исследования было является гашение поперечных колебаний движущегося полотна. В качестве плоского материала рассматривалось бумажное полотно, изгибной жесткостью которого можно пренебречь. Как результат, показано, что задача решается за конечное время и имеет место визуальное представление процесса гашения и работы демпферов на конечном временном отрезке.

Субоптимальное в среднем управление переключаемыми системами

Немыченков Г.И.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Бортаковский А.С.
МАИ, Москва
grigorian_05@list.ru

Рассматривается субоптимальное в среднем управление переключаемыми системами. Переключаемые системы служат математическими моделями многорежимных систем автоматического управления технологическими процессами и движущимися объектами [1,2]. Работа таких систем представляется непрерывно-дискретными процессами. Непрерывное изменение систем задает движение объекта управления и описывается дифференциальными уравнениями. Дискретное изменение систем моделирует работу устройства управления и задается рекуррентными уравнениями. Обе составляющих процесса управления тесно взаимосвязаны. Дискретная составляющая характеризует операционную ситуацию, определяя при этом режим непрерывного движения объекта управления. Переключение соответствует изменению операционной ситуации и смене режима работы системы. Качество управления оценивается функционалом с учетом затрат на непрерывное управление и переключения. Выбор количества переключений, самих моментов переключений, а также скачков состояния вместе с выбором управления непрерывной частью определяет траекторию переключаемой системы и подлежат оптимизации. При этом не исключаются многократные переключения в фиксированный момент времени [2]. Модель переключаемой системы обобщает дискретные системы автоматного типа, непрерывно-дискретные, логико-динамические и переключающие системы [3]. В то же время переключаемые системы являются частным случаем систем со сменой моделей движения [4].

Достаточные условия оптимальности управления переключаемых систем [2] позволяют синтезировать субоптимальное в среднем управление в условиях параметрической неопределенности. В процессе синтеза оптимальных переключаемых систем [4] находятся образующие функции цены, из которых строятся непосредственно сами функции цены. Уравнения для этих функций выводятся при помощи основ метода динамического программирования [5].

Также рассматривается задача управления в условиях параметрической неопределенности. Предполагается, что в начальный момент времени состояние переключаемой системы точно не известно, а известно множество возможных начальных состояний. Поэтому ставится задача оптимального в среднем управления пучком траекторий. Для ее решения предлагается применить принцип разделения, который заключается в том, что оптимальное управление пучком траекторий совпадает с оптимальным управлением одной траекторией. Оптимальное программное управление для опорной траекто рии можно получить, используя оптимальное управление с полной обратной связью. Поэтому остается только выбрать наилучшую опорную траекторию. Для этого достаточно указать начальное состояние опорной траектории.

Управление пучком траекторий переключаемой системы осуществляется при наличии дискретных неточных измерений, уточняющих множество возможных состояний системы. После каждого измерения требуется находить новую условную субоптимальную оценку состояния системы, применяемую для синтеза управления пучком. Моменты измерений заданы заранее. Поступающая информация накапливается путем пересечения всех измеренных множеств [6]. Для линейных систем используются эллипсоиды [7] или линейные неравенства. Для нелинейных систем применяются приближенные аппроксимации этих множеств.

Разработаны алгоритмы синтеза оптимального позиционного управления, субоптимального управления пучками траекторий и условного субоптимального управления пучками траекторий при наличии дискретных неточных измерений. Решены два академических примера линейно-квадратичных задач синтеза оптимального и субоптимального в среднем управлений пучками траекторий ПС. В одном примере принцип разделения выполняется, а в другом – нет. Проведен сравнительный анализ разработанных алгоритмов управления.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-08-00128 а.

Список литературы

1. Васильев С.Н., Маликов А.И. О некоторых результатах по устойчивости переключаемых и гибридных систем. // Актуальные проблемы механики сплошной среды. К 20-летию ИММ КазНЦ РАН. – Казань: Фолиант, 2011. Т.1, 2. С.23-81.

2. Бортаковский А.С. Достаточные условия оптимальности управления переключаемыми системами // Известия РАН. Теория и системы управления. 2017. № 4. С. 86-103.

3. Бортаковский А.С. Оптимальное и субоптимальное управление пучками траекторий детерминированных систем автоматного типа. // Известия РАН. Теория и системы управления. 2016. №1. С.5–26.

4. Bortakovskii A.S. Synthesis of Optimal Control-Systems with a Change of the Models of Motion // J. Comput. Syst. Sci. Int., 2018, Vol. 57, No. 4, pp. 543-560.

5. Беллман Р. Динамическое программирование. – М.: Издательство иностранной литературы, 1960. – 400 с.

6. Черноусько Ф.Л., Меликян А.А. Игровые задачи управления и поиска. – М.: Наука, 1978. – 270 с.

7. Черноусько Ф.Л. Оценивание фазового состояния динамических систем. Метод эллипсоидов. – М.: Наука, 1988. – 320 с.

Принцип максимума в задаче быстродействия для нестационарной линейной дискретной бесконечномерной системы с вырожденным оператором

Новожилкин Н.М.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Ибрагимов Д.Н
МАИ, Москва
nikitanovozhilkin261@gmail.com

Рассматривается бесконечномерная нестационарная линейная система управления с дискретным временем и ограниченным управлением. Предполагается, что множество допустимых значений управления является выпуклым и слабокомпактным, 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.

Задача быстродействия для дискретных систем характерна трудностью применения классических методов: нерегулярность экстремума функции Лагранжа приводит в общем случае к вырожденному характеру принципа максимума; в свою очередь, метод динамического программирования Беллмана сводится к полному перебору. Известен подход к решению поставленной задачи на основе множеств

0-управляемости, построение которых оказывается труднореализуемым в случае необратимого оператора системы, что делает актуальным разработку альтернативных методов.

В данной работе предложен подход, основанный на использовании аппарата множеств достижимости, что позволяет обобщить известные результаты на случай вырожденного оператора системы. Представлено аналитическое описание множеств достижимости, сформулирован и доказан в виде принципа максимума критерий оптимальности для граничных точек множества достижимости, продемонстрирована его вырожденность для внутренних точек, разработан метод сведения случая внутренних точек к случаю граничных, рассмотрены примеры.

На основе полученных методов решена задача наискорейшей коррекции орбиты спутника за минимальное число управляющих воздействий. Спутник движется по круговой орбите, его движение описывается дифференциальными уравнениями. В этой задаче представляют интерес расстояние от начала координат до спутника и составляющие скорости спутника – радиальная и трансверсальная, отклонения которых от номинальных значений предполагаются малыми. Управление осуществляется при помощи импульсных двигателей малой мощности.

Аппроксимация многомерной задачи оптимального управления для уравнения теплопроводности

Нода И.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
vangold4343@gmail.com

Задачи оптимального управления процессами, которые описываются с помощью параболического уравнения, хорошо изучены и широко применяются в различных сферах деятельности человека. К задачам данного класса относятся процессы теплопроводности, диффузии, конвекции, фильтрации и другие.

Рассматривается процесс теплопроводности в твердом стержне. Задача сводится к тому, чтобы с помощью оператора Лапласа определить обобщенное решение краевой задачи уравнения теплопроводности. Необходимо найти численное решение и произвести его оценку сходимости.

Для реализации данной задачи изучался одномерный случай уравнения теплопроводности с целью его последующего переноса на трехмерный случай с помощью оператора Лапласа. Границы допустимых значений температуры и положение точек вдоль всего стержня, относительно которых будет достигаться непрерывная метрика, задаются гильбертовым пространством.

Для нахождения численного решения данной задачи применяются численные методы, а именно использование неявных разностных схем, с помощью которых достигается невозрастание погрешности решения в процессе вычисления. Ставится задача минимизации погрешности численного решения и определение его скорости сходимости.

В ходе исследования был разработан моделирующий программный комплекс, который способен наглядно показать процесс теплопередачи, происходящий внутри стержня. В дальнейшем планируется глубокое изучение методов оптимизации для совершенствования данного алгоритма с целью ускорения программного комплекса.

Применение методов динамического программирования и теории игр для анализа и организации предпринимательской деятельности

Парфенов П.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Пегачкова Е.А.
МАИ, Москва
pentalbymf@mail.ru

В ходе исследования рассматривается задача распределения инвестиций между предприятиями с целью максимизации общего прироста выпуска продукции. Анализируются производственное объединение и многошаговый процесс выделения средств между предприятиями [1]. Экономический результат выражается в виде суммарной величины ожидаемой прибыли. В связи с этим задача сводится к нахождению максимума.

Данная тема является актуальной, так как в современной экономике широко распространены и наиболее часто применимы оптимизационные методы, на которых базируется математическое моделирование. Динамическое программирование – один из наиболее эффективных методов решения аналогичных задач. Разработанную модель можно применять для анализа и управления финансово-

инвестиционной деятельностью на крупных промышленных предприятиях с высокой инвестиционной активностью.

В работе исследуется экономико-математическая модель предприятия. Число шагов в модели соответствует числу входящих в объединение предприятий. Используются фазовая переменная, которая отражает состояние системы в процессе распределений инвестиций, и управляющая переменная. За фазовую переменную принимается денежная сумма, инвестируемая всем предприятиям на каждой итерации, за управляющую – выделенный на каждом шаге предприятием объем средств. Смысл функции процесса, определяющей закон изменения состояния системы, заключается в следующем: суммарный объем средств, выделенных предприятиям, равен суммарному объему средств, выделенных предприятиям после предшествующего шага, плюс объем средств, выделенных предприятию на текущем шаге. Функция, обуславливающая экономический эффект на шаге, зависит только от объема инвестированных средств в предприятие. Значение функции определяется по таблице данных по столбцу, соответствующему этому предприятию.

Метод динамического программирования применительно к решению поставленной задачи состоит в пошаговом построении оптимального управления. Расчеты производятся трижды в переменных направлениях. С помощью предварительного этапа уменьшается вычислительная работа следующего этапа, определяются значения всех фазовых переменных и допустимых значений управления. На этапе безусловной оптимизации происходит вычисление функций Беллмана. Управление на каждой итерации происходит от последнего шага к первому. Во внимание не принимается прогноз на следующую итерацию при планировании дальнейшего шага. На этом этапе находим оптимальное значение, оптимальное управление и строим оптимальную траекторию. При этом выбор управления на каждом шаге происходит с учётом последствий, так как управление, способствующее оптимизации целевой функции для данной итерации, может привести к неоптимальному результату всего процесса [1]. Управлению на каждом шаге необходимо иметь оптимальный характер в соответствии с процессом.

Была разработана целевая страница (landing page), на которой описаны возможные постановки задач распределения инвестиций между предприятиями: классическая постановка и задача распределения инвестиций по норме прибыли, учитывающая отношение ожидаемой прибыли к объёму инвестированных средств. Также в качестве дополнительных инвестиций сайт позволяет рассмотреть задачи финансирования инновационных технических проектов.

Список литературы

1. Лежнев А.В. Динамическое программирование в экономических задачах. – М.: БИНОМ, 2010.-176с.
2. Дубина И. Н. Основы теории игр и ее приложения в экономике и менеджменте: учеб. пособие для вузов / И. Н. Дубина; АлтГУ. – [3-е изд., перераб. и доп.]. - Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2013. - 312 с.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд. — М.: Наука, 1988. — 208 с.

Сравнение эффективности метаэвристических методов на примере двухуровневой задачи размещения предприятий

Пономаренко А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Иванов С.В.
МАИ, Королев
Pinokio.1995@mail.ru

Задача конкурентного размещения предприятий описывает ситуацию, когда двое игроков в установленном порядке размещают свои предприятия с целью получения максимальной прибыли. При этом учитываются как случайные, так и неслучайные параметры, описывающие информацию разного рода, среди которых: стоимость размещения предприятий, спрос в каждом из доступных мест для размещения, доход от потребителей, затраты на обслуживание и т.д.

В работе рассматривается двухуровневая стохастическая задача конкурентного размещения предприятий с квантильным критерием. В данной задаче конкурентного размещения предприятий фигурируют два участника: лидер и последователь. Оба участника по очереди размещают свои предприятия по некоторым правилам с целью увеличения прибыли, получаемой при обслуживании потребителей. Последователю известна стратегия лидера, а лидеру известна целевая функция последователя. Предполагается, что лидеру и последователю не известны конкретные реализации случайных параметров, но известны их законы распределения. Задача моделируется в

пессимистической постановке. Это значит, что лидер при поиске оптимального решения принимает во внимание наихудшую для себя оптимальную стратегию последователя.

В случае гауссовского распределения матрицы доходности исходная стохастическая задача сводится к детерминированной двухуровневой задаче. Затем для решения полученной задачи адаптируются два метаэвристических метода: метод имитации отжига и метод поиска с чередующимися окрестностями. Для применения обоих методов формализуется понятие окрестности решения. Разработана и описана процедура поиска локально оптимального решения. При использовании алгоритма, основанного на методе имитации отжига, локальный поиск модифицируется для обеспечения возможности продолжать поиск глобального оптимума в случае попадания в локально оптимальное решение. В алгоритме, основанном на методе поиска с чередующимися окрестностями, локальный поиск чередуется с выбором решений из последовательности заданных окрестностей текущих решений с той же целью поиска глобального оптимального решения. Проведены численные эксперименты, на основе которых проводится анализ эффективности методов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 17-07-00203А)

Сравнительный анализ метода полиэдральной аппроксимации в задаче быстродействия для линейной дискретной системы

Порцева Е.Ю.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Ибрагимов Д.Н.
МАИ, Москва
katyhka2007@yandex.ru

В работе рассматривается линейная дискретная система с ограниченным управлением. Для данной системы решается задача быстродействия: требуется построить управление, переводящее ее из заданного начального состояния в начало координат за минимальное число шагов. Множество управлений предполагается выпуклым компактом.

Известны такие классические методы теории оптимального управления для дискретных систем, как принцип максимума и метод динамического программирования, но они не являются эффективными для решения описанного класса задач, вследствие чего возникает необходимость разработки новых алгоритмов решения. Одним из таких подходов является метод, базирующейся на свойствах класса множеств 0-управляемости – множеств тех начальных состояний, из которых система может быть переведена в нуль за фиксированное число шагов. Критерий оптимальности в этом случае формулируется следующим образом: управление оптимально тогда и только тогда, когда переводит систему из текущего множества 0-управляемости в множество за число шагов, на единицу меньшее.

Известен метод, позволяющий свести исходную задачу быстродействия для случая линейных ограничений на управление к ряду задач линейного программирования. Однако для системы управления произвольного вида аналогичный подход трудно реализуем в связи с необходимостью решения задачи выпуклого программирования большой размерности. Тем не менее, пожертвовав качеством решения и произведя полиэдральную аппроксимацию множества допустимых значений управления, можно свести исходную задачу быстродействия к разрешенному случаю линейных ограничений.

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.

Эффективность разработанного подхода продемонстрирована на примере решения задачи демпфирования. В качестве физической модели шестиэтажного здания используется одномерная цепочка упругосвязанных материальных точек, одна из которых совершает поступательное движение, порождаемое сейсмическим воздействием. Проведён сравнительный анализ трёх различных способов полиэдральной аппроксимации выпуклого множества управления. Продемонстрирована сходимость последовательности гарантирующих решений к оптимальному.

Построение моделей анализа данных средствами среды Knime

Раскатов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Виноградов В.И.
МАИ, Москва
ivanraskatov@yandex.ru

Интерфейс Knime создан максимально информативным и понятным, для этого в Knime применяются графические модели, называемые рабочими процессами. Каждый такой рабочий процесс создается пользователем с нуля путем применения отдельных узлов. Каждый узел создан решить конкретную задачу для достижения общей цели, будь то решение задач классификации, регрессии, прогнозирования или других. Основные этапы работы среды с данными в среде Knime включают описания следующих блоков:

Доступ к данным: Считывание данных из файлов различных форматов;

Преобразование рабочих данных с применением узлов;

Применение алгоритмов анализа данных;

Визуализация результатов;

Вывод данных в единый отчет.

Важно отметить, что по результатам представленных компанией Gartner в «Magic Quadrant for Data Science and Machine Learning Platforms 2018» среда Knime признана лидером по всем критериям.

Практическое применение платформы Knime можно продемонстрировать на примере анализа набора данных, представляющего собой выборку погодных условий, приближенно имитирующих стандарты METAR, TAF, обуславливающих возможность посадки гражданского самолета в аэропорту при текущих погодных условиях. Выборка обладает следующими атрибутами:

Видимость (числовое значение [0;2000m]),

Влажность (числовое значение [0;100%]),

Температура среды (числовое значение [0;40 C]),

Скорость продольного ветра (числовое значение [0;25 km/h]),

Скорость поперечного ветра (числовое значение [0;25 km/h]),

Состояние взлетно-посадочной полосы (чистота покрытия: хорошее/плохое),

Коэффициент сцепления с взлетно-посадочной полосой (числовое значение [0; 0.45]),

Общие погодные условия (Песчаная буря, Ливень, Снег и Штиль),

Размер самолета (Малый, Средний, Крупный)

Модель самолета (Разные модели различаются по характеристикам и допуску производителя, но подразделяются на 3 типа по размерам).

Генерация обучающей выборки производилась средствами пакета MS Excel. Для каждого атрибута была выполнена условная рандомизация значений, учитывающая ограничения вида if, задаваемые пользователем, учитывающая реальные данные, приближающие значения выборки к реальным числам, с учетом международных стандартов гражданской авиации.

Далее рассматривается практическое применение среды KNIME для прогнозирования номинальных значений выборки, а также оценки результатов. В данном случае, рабочий процесс в среде KNIME состоит из двух логических ветвей развития: Ветви обучения и ветви применения новой модели классификации.

XLS Reader – узел, загружающий и обрабатывающий таблицы данных в формате Excel

Number to String – узел конвертации выбранных столбцов атрибутов в текстовый формат для назначения номинальных атрибутов, играющих роль булевого атрибута.

Color Manager – узел, выполняющий цветовую индикацию транзакций по принципу истинности/ошибочности прогнозирования номинального атрибута для каждой транзакции моделью классификации, делая представление деревьев решений более наглядным.

Partitioning Node – узел, выполняющий разделение исходной выборки на обучающую часть и применяемую часть. Пример: Алгоритм, обученный на основе 20% транзакций выборки, будет применен к 80% оставшимся, для оценки точности его работы.

Decision Tree Learner – узел, выполняющий обучение модели классификации путем анализа обучающий выборки и поиска взаимосвязей между значениями атрибутов для каждой транзакции.

Decision Tree Predictor – узел, получающий на вход рабочую выборку, а также обученную модель классификации из Decision Tree Learner и применяющий данную модель к полученной выборке, выполняющий построение деревьев решений и таблиц результатов.

PMML Writer – узел, сохраняющий необходимые построенные и обученные модели классификации в файл на диск в формате PMML

Decision Tree to Image – узел, создающий графическую интерпретацию дерева принятия решений.

Scorer – узел, позволяющий выполнять статистическое оценивание точности работы алгоритма классификации

Ветви применения уже обученной модели к новой выборке данных относятся:

PMML Reader – узел, загружающий и обрабатывающий сохраненные модели классификации в формате PMML

JPMML Classifier – узел, выполняющий применение к загруженной модели к загруженной выборке данных червез XLS Reader (File Reader)

Data to report – узел, создающий таблицу результатов работы узла JPMML Classifier

На платформе Knime был выполнен анализ выборки, были обнаружены структурные связи между атрибутами, на основании которых сформирована модель классификации возможности проведения полетов. Размер выборки напрямую влияет на точность классификатора, поскольку качество обучения алгоритма непосредственно зависит от размера обучающей выборки, составляющей часть от исходного набора данных. Размер задается пользователем. В результате применения обученной модели к выборке было выявлено, что ключевыми атрибутами, оказывающими влияние на прогнозируемое значение возможности проведения полетов, оказались: уровень влажности, коэффициент сцепления шасси с ВПП, результирующая скорость ветра.

Методика синтеза рисков в управлении системами

Ридли А.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Скородумов С.В.
МАИ, Москва
sunridl@gmail.com

Высокая скорость изменения процессов, а значит и соответствующих им данных, приводит к тому, что построенные на объемной статистике модели быстро становятся неактуальными. При таких скоростях измерять можно только риски, так как невозможно осуществлять точные оценивания, опираясь на опыт прошлого и ранее сформулированные теории. Теория устаревает быстрее, потому что практика, для которой теория создается, уже становится неактуальной, и ей на смену приходит новая.

Под риском далее будем понимать величину ущерба при реальной ситуации в сравнении с идеальной. В простом виде мы можем вычислять риск, используя формулу Руссмана с нейтральным элементом в виде единицы. Таким образом, риски удовлетворяют следующим условиям:

1. Идеальный риск не зависит от весов.
2. Наихудший риск не зависит от весов.
3. Сбалансированный риск по компонентам не зависит от весов.
4. Наличие нейтрального элемента — система имеет максимальный риск, если хотя бы одна из компонент имеет максимальный ущерб.
5. Для малых рисков величина совпадает с принятым определением риска.

Для использования формулы Руссмана необходимо построить функцию перевода характеризующих объекты фактических значений параметров в безразмерное значение ущерба по каждому из критериев оценивания [1]. Данный процесс состоит из двух этапов:

1. Эксперты по некоторой числовой шкале из личного опыта и устремлений оценивают величину ущерба, к которому может привести определенное значение параметра. При этом, если параметры дискретные, то эксперт оценивает каждый из них. Для непрерывных значений выбираются диапазоны принимаемых значений, для которых эксперты производят оценивание. Чем выше значение оценки ущебра, тем, по мнению эксперта, более возможен наиболее негативный исход.

2. Осуществляется определение весов, которое можно выполнить как при помощи прямого вычисления весов (собираем мнения экспертов об оценках других экспертов, выставляем коэффициенты оценок, вычисляем веса), так и при вычислении весов через коэффициенты. В последнем случае веса определяются в соответствии с процедурой метода анализа иерархий через нормированный вектор при максимальном собственном значении матрицы попарных сравнений [2]. Для каждой пары сравниваемых объектов определяется коэффициент на основе всех полученных экспертных оценок. При большом разбросе мнений относительно данного коэффициента разумно отказаться от какой-либо оценки, то есть оставить ячейку неопределенной. В итоге мы приходим к модификации метода анализа иерархий – методу неполных попарных сравнений [3]. Важно отметить, что определение коэффициентов происходит не на основе измерения рисков, а на основе анализа разброса порядков фактических переменных.

Построение показателей критичности определяется из решения оптимизационной задачи разделения положительных и отрицательных примеров. Тактика может быть различной, например:

1. Риск признается равным 0, если он меньше минимального (например, меньше 0,01). В противном случае риск признается равным 1.

2. Риск признается равным 1, только тогда, когда функция перевода превышает 1. Если риск меньше 1, то такой риск принимается равным нулю.

Таким образом, мы переходим к бинарной постановке, которая расширяет возможности унимодальной функции Руссмана до уровня монотонных функций формальной логики, допускающих альтернативные оптимальные решения.

Список литературы

1. Моделирование и алгоритмизация слабоформализованных задач выбора наилучших вариантов систем / А. И. Каплинский, И. Б. Руссман, В. М. Умывакин. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1991.

2. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1989. — 316 с.

3. Бочков А. В., Жигирев Н. Н., Ридли А. Н. Метод восстановления вектора приоритетов альтернатив в условиях неопределенности или неполноты экспертных оценок. Надежность. 2017;17(3):41-48. DOI:10.21683/1729-2646-2017-17-3-41-48.

Описание и анализ математической модели многоотраслевой экономики при нечёткой информации о конечном спросе

Савельева В.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пантелеев А.В.
МАИ, Москва
VeraSSavel@gmail.com

В данной работе даётся описание алгоритма нахождения информации о конечном объёме производства каждой из отраслей экономики для удовлетворения конечного спроса.

Тема поиска конечного объёма производства крайне актуальна, так как на практике в экономических расчётах обычно встречается неопределённость параметров, описываемая интервалом допустимых значений. Оптимизация при помощи стандартных методов чаще всего не видится возможной. Поэтому для оптимизации решения разрабатываются методы, позволяющие оценить численное значение из интервала, в частности посредством сопоставления степени уверенности, задаваемой в нечёткой логике, так называемыми функциями принадлежности [2–4].

В начале процесса генерируется чёткая матрица прямых затрат и матрица-столбец конечного спроса, элементы которой задаются при помощи нечётких чисел и операций над ними, в частности треугольных чисел. Треугольное число задаётся при помощи функции принадлежности [2–4], определяющей степень уверенности. В параметрической форме треугольные числа задаются парами. Таким образом, мы получаем линейную систему уравнений с нечёткой правой частью. Для решения подобного рода систем применяется два этапа. На первом этапе составляется расширенная матрица из матрицы прямых затрат и матрица-столбец конечного спроса преобразуется в вектор-столбец, а после проверяются необходимые и достаточные условия существования сильного решения. На втором этапе находится решение нечёткой линейной системы, которое записывается в виде нечеткой матрицы.

На основе данного алгоритма было разработано программное обеспечение, которое позволяет находить конечный объём производимой продукции в случае параметрического задания значений матрицы-столбца конечного спроса треугольными числами. Также был проведён анализ зависимости объёмов выпуска продукции от конечного спроса.

Список литературы

1. Бортаковский А.С., Пантелеев А.В. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Практикум. – М.: ИНФРА-М, 2015.

2. Dubois D.,Prade H. Operations on fuzzy numbers//J. Systems Sci. 1978. V.9. P. 613-628.

3. Friedman M., Ming M., Kandel A. Fussy linear systems//Fussy sets and systems, 1998. V.96. P. 201-209.

4. Amrahanov S.E., Askerzade I.N. Strong solutions of the fuzzy linear systems//CMES. 2011. V.76. №4. P. 207-216.

Одноэтапная задача квантильной оптимизации для формирования ограниченного по времени теста в СДО с использованием гамма-распределения в качестве вероятностной модели случайного параметра

Сапунова А.П., Черыгова Е.Е.
Научный руководитель — Наумов А.В.
МАИ, Москва
sap2603@mail.ru

В данной работе исследуется возможность использования модели гамма-распределения для времени ответа пользователя на задание системы дистанционного обучения. С использованием этой модели формулируется задача формирования ограниченного по времени теста в системах дистанционного обучения. Предлагается алгоритм поиска точного решения данной задачи. Сложность заданий определяется экспертом или с помощью специальных алгоритмов, основанных на модели Раша. В качестве критерия в задаче используется свертка двух взвешенных нормированных величин, связанных с отклонением сложности формируемого теста от заданного уровня и квантилью времени выполнения теста. В критериальной функции присутствует весовой коэффициент, позволяющий регулировать важность каждого слагаемого критерия. В качестве распределения времени ответа пользователя на задание используется гамма-распределение. В работе предлагается алгоритм для определения параметров гамма-распределения случайного времени, необходимого пользователю для решения каждого задания. Параметры гамма-распределения подбираются таким образом, чтобы суммарное время выполнения студентом теста также имело бы гамма-распределение. Первый параметр устанавливается одинаковым для всех заданий, а второй параметр определяется отдельно для каждого задания методом максимального правдоподобия. Гипотеза о том, что время решения каждого задания имеет гамма-распределение с полученными с помощью указанного алгоритма параметрами, проверяется с помощью критерия Пирсона. Такой подбор модели гамма-распределения позволяет точно вычислять квантиль времени ответа, используемую в критерии, и предложить алгоритм поиска точного решения сформулированной задачи на основе методов целочисленного программирования. Обсуждаются результаты численного эксперимента.

Исследование эффективности решения задач программного управления динамическими системами методом стаи стрекоз

Становская Я.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пантелеев А.В.
МАИ, Долгопрудный
stanovskaia@gmail.com

Под динамическими системами понимаются такие системы, модель функционирования которых может быть представлена в виде систем дифференциальных уравнений. Известно, что для динамических систем, линейных по управлению, при наличии параллелепипедных ограничений на управление оптимальное управление следует искать в классе кусочно-постоянных функций с неизвестными моментами переключения [1]. Поэтому решаемая задача может быть сведена к конечномерной проблеме поиска наилучших значений моментов переключения управления. При решении конечномерной задачи поиска глобального минимума предлагается воспользоваться метаэвристическими численными методами поиска глобального минимума, в частности, методом имитации поведения стаи стрекоз [2, 3], так как они наиболее эффективны по сравнению с классическими численными методами.

Программная реализация алгоритма имитации поведения стаи стрекоз [2] осуществлена на языке C# в среде разработки Microsoft Visual. Программа позволяет пользователю изменять параметры алгоритма и изучать их влияние на конечный результат работы, проводить серии решений с одинаковыми или различными значениями параметров в рамках одной и той же задачи, а также собирать статистические данные по полученным решениям для дальнейшего анализа эффективности метода. В качестве тестовых примеров были выбраны две задачи, для которых уже известно решение, что позволяет оценить точность работы программы. Глобальный минимум функционала в первой задаче удается найти с достаточно высокой точностью, а во втором – лишь локальный минимум функционала, что свидетельствует о сложности численного решения поставленной задачи.

Список литературы

1. Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. – М.: ИНФРА-М, 2016.

2. Становская Я.В. Алгоритмическое и программное обеспечение метода стаи стрекоз // Научный альманах. Выпуск 23: Материалы XIV научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Инновационный менеджмент в аэрокосмической промышленности». – М.: Доброе слово, 2018. С. 81–86.

3. Dragonfly algorithm: a new meta-heuristic optimization technique for solving singe-objective, discrete, and multi-objective problems // The Natural Computing Applications Forum, 2015.

Проектирование системы управления солнечными батареями спутника, основанной на датчике измерения угла падения солнечных лучей

Табаков Е.В., Зинина А.И.
МАИ, Москва
e-tab@rambler.ru

Задача практического использования околоземного пространства очень актуальна. Слежение за погодой, поддержание связи между различными частями планеты, исследования дальнего космоса с помощью телескопов на земной орбите — задачи, решаемые с помощью спутников. Важнейшим источником энергии для искусственных спутников Земли является солнечная энергия. Преимуществом данного вида энергии является простота в получении по сравнению с другими видами энергии в условиях околоземной орбиты. Для преобразования энергии, поступающей от Солнца, в электрическую энергию используются солнечные батареи. Использование солнечных батарей для выработки электричества в условиях земной орбиты имеют ряд особенностей, отказ от учёта которых, с высокой долей вероятности может привести к нарушению электроснабжения аппарата и его потере. Для учёта этих особенностей создается система управления солнечными батареями, которая обеспечивает бесперебойное энергоснабжение спутника. Целью работы является создание данной системы. Условно можно разбить последовательность действий по её созданию на несколько этапов:

составление математической модели данной системы в виде автомата;

реализация полученной математической модели в виде программного кода;

тестирование полученной программы с помощью программы-драйвера.

В рамках первой части работы была построена математическая модель системы управления солнечными батареями (СУ СБ) спутника. Данная система состоит из устройства управления, датчиков и исполнительных механизмов — электродвигателей.

Устройство управления получает информацию от нескольких логических датчиков. В зависимости от их показаний и положения спутника на орбите СУ СБ принимает решение о необходимости осуществления управления тем или иным способом. Управление положением СБ производится путём выдачи управляющих сигналов на электродвигатели, осуществляющие поворот СБ. Математическая модель составлена в виде автомата Мили, внутренними состояниями являются различные положения спутника на орбите («Фазы» движения). Система воспринимает информацию о положении спутника на орбите с помощью интерпретации показаний датчиков и таймера.

Во второй части работы была создана программная реализация полученной математической модели. Полученный программный модуль написан на языке C++ и может посредством HEADER файлов быть использован операционной системой спутника для осуществления управления солнечными батареями.

В третьей части работы посредством написанной программы-драйвера было проведено тестирование программного модуля, полученного во второй части. В ходе тестирования проверялось соответствие значений выходных сигналов системы при различных показаниях датчиков и положениях спутника на орбите тем значениям, которые при аналогичных показаниях датчиков и положениях спутника получаются в математической модели. В результате выявлено полное соответствие созданного программного модуля математической модели.

В результате данной работы была создана математическая модель СУ СБ спутника, и её программная реализация. Достоинством разработанной СУ СБ является её простота, а следовательно, невысокая стоимость реализации «в железе». Данная система, после некоторой подготовки, может быть реализована в составе несложных космических аппаратов. Дальнейшим направлением исследований может быть изучение возможности её применения в составе конкретного аппарата.

Литература

Дискретная математика: множества, отношения, логика, автоматы. Учебное пособие /П.П. Порешин, Б.Н. Попов. – М.: МОКБ "Марс", 2012. – 172 с.

Численное решение задачи Лионса о «штампе» для круглой пластины

Таранов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Михайлов И.Е.
МАИ, Москва
alex.taranov.1998@mail.ru

В работе рассматривается задача оптимального проектирования упругих пластин. На основе оптимального проектирования достигается значительное снижение веса и улучшение механических характеристик конструкций. Полученные результаты могут использоваться при разработке систем автоматического проектирования (САПР).

Рассматривается задача Лионса о «штампе». Дана свободно опертая тонкая упругая круглая пластина переменной толщины h(r,φ). Требуется подобрать функцию h(r,φ) так, чтобы под действием нагрузки q(r,φ)=const пластина приняла форму, близкую к заданной z(r,φ). На функцию h(r,φ) могут быть наложены ограничения. Деформация тонких пластин u(r,φ) описывается краевой задачей для эллиптического уравнения четвертого порядка, которое будем называть уравнением состояния пластины.

Ставится задача определить функцию h(r,φ), которая минимизирует функционал Лионса, равный норме || u(r,φ)- z(r,φ)|| в пространстве L2. Зависимость u(r,φ) от h(r,φ) определяется из решения уравнения состояния пластины. Коэффициенты эллиптического уравнения в полярных координатах при r=0 имеют сингулярность, поэтому будем искать решения, ограниченные при r, стремящемся к нулю.

Для численного решения краевой задачи для эллиптического уравнения четвертого порядка сведем ее к системе двух эллиптических уравнений второго порядка. Эти уравнения будем аппроксимировать центральными разностями на сетке, сдвинутой по переменной r на полшага от r=0. Тем самым мы исключаем точки с координатой r=0 из числа точек сетки и избавляем себя от необходимости аппроксимировать эллиптические уравнения в точках сингулярности. Функционал Лионса будем вычислять численным методом трапеций.

Вычислительный алгоритм состоит из двух итерационных процедур, вложенных одна в другую. С использованием внутренних итераций находится решение краевой задачи для системы уравнений при фиксированной функции h(r,φ). Внешний итерационный процесс используется для нахождения оптимальной функции h(r,φ), минимизирующей функционал Лионса при ограничениях на эту функцию. При расчетах будем считать, что пластина имеет плоскость симметрии. Приводятся примеры численного решения задачи при различных входных данных.

Минимизация количества переключений оптимальных непрерывно-дискретных управляемых процессов

Урюпин И.В.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Бортаковский А.С.
МАИ, Москва
uryupin93@yandex.ru

В качестве математических моделей систем автоматического управления с несколькими режимами служат переключаемые системы. Переключаемые системы могут быть применены для управления технологическими процессами и движущимися объектами. Функционирование таких систем представляется непрерывно-дискретными процессами, которые имеют разнородное представление [1–3]. В переключаемых системах непрерывное изменение, которое задает движение управляемого объекта, представляется в виде дифференциальных уравнений, а дискретное изменение, моделирующее работу управляющего устройства, описывается рекуррентными уравнениями. Ставится задача оптимального управления переключаемой системой.

Качество управления оценивается функционалом, в котором учитываются затраты на непрерывное управление и на каждое переключение. Выбор количества переключений, моментов переключений, а также собственно переключений – скачков состояния, вместе с выбором управления непрерывной частью определяет траекторию переключаемой системой и подлежит оптимизации. При этом в фиксированный момент времени могут происходить сразу несколько переключений. Исследуемая модель переключаемой системы обобщает дискретные системы автоматного типа, непрерывно-дискретные, логико-динамические и переключающие системы [1]. В свою очередь, переключаемые системы являются частным случаем систем со сменой моделей движения [2,3].

Вместе с задачей синтеза оптимального позиционного управления решается задача нахождения минимального количества переключений, при котором значение функционала качества не должно превышать заранее заданной величины.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (18-08-00128а).

Список литературы

1. Бортаковский А.С. Оптимизация переключающих систем. М.: Изд-во МАИ, 2016.

2. Bortakovskii A.S. Synthesis of Optimal Control-Systems with a Change of the Models of Motion // J. Comput. Syst. Sci. Int., 2018, Vol. 57, No. 4, pp. 543-560.

3. Дмитрук А.В., Каганович А.М. Принцип максимума для задач оптимального управления с промежуточными ограничениями. // Нелинейная динамика и управление. Вып.6. М: Физматлит, 2008. С. 101-136.

Численное исследование задачи оптимального проектирования колеблющейся балки

Шараковский А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Муравей Л.А.
МАИ, Москва
saha5239@yandex.ru

Оптимальное проектирование элементов конструкций является актуальной областью исследований и разработок, поскольку с его помощью, например, удается существенно уменьшить вес конструкции при сохранении заданных прочностных характеристик. В рамках данного исследования рассматривается задача максимизации фундаментальной частоты колеблющейся балки при ограничении на распределение площади поперечных сечений и вес балки для различных типов крепления и видов поперечного сечения балки. Задача представляет интерес в связи с необходимостью расширения безрезонансного интервала частот и снижения расходов на производство балочных конструкций. Поскольку эта задача допускает явное решение только в простейших случаях, работа посвящена численному методу решения, а также обсуждению результатов вычислительного эксперимента.

Решение исходной задачи разбивается на следующие подзадачи: решение задачи свободных колебаний балки и нахождение седловой точки некоторого функционала. Первая подзадача сводится к решению задачи на собственные значения для линейного дифференциального оператора четвертого порядка. Для этого применяется метод последовательных приближений для определения собственной пары. При этом исходное обыкновенное дифференциальное уравнение заменяется конечно-разностной схемой. В результате получается система линейных алгебраических уравнений, которую для всех рассматриваемых типов краевых условий удается решить методом матричной прогонки. Вторая подзадача сводится к последовательному решению задачи на собственные значения и для полученной собственной пары решению оптимизационной задачи для управляющей переменной, возникающей из необходимых условий оптимальности.

На основе указанного численного метода проведен вычислительный эксперимент. Для различных параметров проектирования получены оптимальные распределения площади поперечных сечений и приведена оценка эффективности по сравнению с балкой постоянного сечения.

Полученные результаты планируется обобщить на случай задачи балки минимального веса при ограничении на фундаментальную частоту балки.

Исследование конечномерных алгоритмов дискретной нелинейной фильтрации случайных сигналов

Шелудченко А.П.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Руденко Е.А.
МАИ, Москва
asensei047@yandex.ru

Задача оценивания случайного вектора состояния нелинейного динамического объекта по его косвенным измерениям возникает при навигации движущихся объектов и при обработке радиосигналов. Обычно она решается в дискретном времени, когда известно разностное уравнение объекта наблюдения и формула измерителя. Требуется на каждом такте по растущей выборке измерений получать в темпе с их поступлением оценку состояния и, возможно, прогноз следующего состояния, оптимальные в смысле минимума соответствующих средних квадратов ошибок

оценивания. Аналогично ставится и задача оценивания диффузионно-скачкообразного непрерывного процесса по его измерениям в дискретные моменты времени при использовании только постоянного прогноза между измерениями. В этом случае вместо разностного уравнения объекта имеет место дифференциальное уравнение Ито.

Решающий эти две задачи классический абсолютно оптимальный фильтр (АОФ) имеет бесконечное число уравнений (порядок фильтра) и потому практически не реализуем. При этом даже самое простое линеаризованное приближение к нему (обобщённый фильтр Калмана), как и более точное, но сложное гауссовское приближение, описываются большими системами уравнений квадратичного порядка, что затрудняет их реализацию в реальном времени с помощью вычислителей малой мощности.

Альтернативный к АОФ условно оптимальный фильтр (УОФ) является быстрым за счёт своего малого порядка, равного порядку объекта наблюдения n. Но его структура (вид нелинейностей) задаётся эвристически, а определяются лишь наилучшие параметры. Задавая структуру УОФ подобной структуре объекта и измерителя, для чего используется схема предиктор-корректор, получают его двухшаговую версию (ДУОФ).

Развитием УОФ являются фильтры оптимальной структуры (ФОС), чьи нелинейности уже находятся. К тому же их порядки можно выбирать из условия компромисса между возможной точностью оценивания и доступной скоростью обработки измерений на имеющемся вычислителе. Различают ФОСы малого порядка n (ФМП), большого 2n, 3n, … (ФБП) и с конечной памятью (ФКП) порядков m, 2m и т.д. Ещё они отличаются отсутствием либо наличием этапа оптимального прогнозирования (Д-версия). Для удобства практической реализации ФОС также применяются гауссовская (статистическая) либо обычная (тейлоровская) линеаризации нелинейностей объекта и измерителя. При недостаточной точности этих субоптимальных приближений возможна ещё и их дополнительная условно оптимальная модификация (М-версия).

С целью анализа точности и скорости работы перечисленных фильтров автором дополнен пакет Си-программ статистического моделирования методом Монте-Карло лишь некоторых из них с пользовательским интерфейсом из пакета библиотек Qt 5.4. Для этого были выявлены общие части уравнений всех этих фильтров и составлены их блок-схемы, на основании которых созданы новые модули. Новая часть пакета протестирована на известном нелинейном скалярном примере и с её помощью решена трёхмерная задача автономной навигации спускаемого аппарата на участке аэродинамического торможения.

Метод автоматизации решения задачи планирования съемки объектов наблюдения группировкой космических аппаратов с использованием метода радикального моделирования и обеспечением полного охвата проблемной области

Шихин С.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Занин К.А.
АО «НПО Лавочкина», Химки
wooling@rambler.ru

Космическая система, состоящая из группировки космических аппаратов (КА), а также из наземной системы управления, представляет собой сложную целенаправленную автоматизированную систему (АС), основная функция которой – получение информации об объектах наблюдения (ОН) и передача ее на пункты приема информации. Быстрое развитие сложных АС сопровождается не только достижениями. Здесь нередки значительные потери ресурсов, связанные с несовершенством современных инструментальных программных средств и, как следствие, с неполнотой автоматизации проблемных областей, с неполным охватом при моделировании множества значимых составляющих проблемных областей, их значимых свойств и связей (как в статике, так и в динамике). Таким образом, необходимы поиск и совершенствование средств автоматизации принципиально нового уровня, обеспечивающих такую полноту. В качестве основы таких средств предлагается радикальное моделирование, обеспечивающее возможность полной формализации сложных проблемных областей с помощью универсального языка RADICAL – единого языка для внутренне единой проблемной области целенаправленных систем. Формализованные описания подлежат реализации с помощью программно-технических средств и служат интеллектуализации рассматриваемой проблемной области, под которой понимается умение решать не только штатные, но и нештатные задачи, самообучаясь на этой основе. Основное понятие радикального моделирования – понятие радикала, функциональной системы, для которой допустимы два типа состояний – активное (включен, функционирует по назначению) и пассивное (выключен). В языке RADICAL проблемная область

представляется схемой радикалов. Выделены и рассмотрены схемы радикалов, составляющие модель рассматриваемой проблемной области и характерные для метода автоматизации решения задачи планирования съемки ОН группировкой КА. Применение радикального моделирования направлено на полный охват проблемной области средствами автоматизации, на стандартизацию проблемной области космической съемки на основе единого, универсального языка, единой технологии моделирования сложных целенаправленных АС и использования возможностей современных программно-технических средств.

Универсальный способ получения дискретного описания геометрических объектов в задачах автоматизированной компоновки авиационной техники

Е Вин Тун
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Маркин Л.В.
МАИ, Москва
yewintun590@gmail.com

При автоматизированном проектировании авиационной техники по экспертным оценкам около 90% обрабатываемой информации является информацией геометрической. Поэтому очень важен выбор рациональной геометрической модели, адаптированной к решению конкретной задачи. Современные методы вычислительной геометрии позволяют с высокой точностью описывать формы летательных аппаратов любой геометрической сложности. Однако при решении задач автоматизированной компоновки от используемой геометрической модели требуются другие качества – возможность определять условия взаимного пересечения объектов. Этим качествам в полной мере обладают рецепторные геометрические модели (в англоязычной терминологии их называют "воксельными". ("Voxel" – аббревиатура от слов "VOlumetric" и "piXEL", т.е. трехмерный пиксель).

В основу рецепторного метода положено приближенное описание геометрического объекта в поле (плоский случай) или пространстве рецепторов [1]. Каждый рецептор (будем использовать этот термин, предложенный создателем метода проф. Зозулевичем Д.М.) может иметь два состояния – «0» или «1». Рецептор с кодом "0" считается невозбужденным, если он лежит вне описываемого объекта. Рецептор же, расположенный на границе или внутри объекта, получает код "1". Трехмерные объекты описываются трехмерной матрицей A=□ai,j,k□ размерностью m□n□p.

К достоинствам метода следует отнести уникально легкую возможность определения пересечения компонуемых объектов сравнением кодов рецепторов. Также этим методом легко решаются задачи определения объемов и сечений заданными плоскостями. К недостаткам метода следует отнести "негладкость" описания геометрической формы объекта и большой объем требуемой компьютерной памяти. Однако для задач автоматизированной компоновки "гладкость формы" не требуется, а наращивание компьютерной памяти сейчас не является ни технической, ни экономической проблемой.

Темой нашего исследования является моделирование зоны обслуживания уже скомпонованных объектов в технических отсеках летательных аппаратов. При этом рецепторной моделью описывается как сам рабочий инструмент, так и траектория его перемещения в точку доставки, а также его рабочие движения [2]. Главной трудностью использования рецепторных моделей является то, что она никогда не бывает изначально заданной конструктором и требует значительных усилий и времени для своего формирования. Представлена разработанная нами методика, позволяющая сформированную в любой CAD-системе (КОМПАС, SolidWorks и т.п.) твердотельную модель объекта автоматически преобразовать в рецепторную матрицу из нулей и единиц. Для этого разработаны специальные макросы, автоматизирующие этот процесс. Это позволяет использовать рецепторные модели для решения актуальной задачи компьютерного моделирования процесса обслуживания размещенного оборудования в замкнутых отсеках летательных аппаратов. Только такой метод позволяет точно описать все особенности формы монтажного инструмента и его перемещения в рабочем пространстве для выполнения операций по монтажу и обслуживанию размещенных объектов.

Список литературы

1. Куи Мин Хан, Маркин Л.В., Е Вин Тун, Корн Г.В. Дискретные модели геометрическо-го моделирования компоновки авиационной техники // Электронный журнал "Труды МАИ", 2016, № 86. Режим доступа http://trudymai.ru/published.php?ID=67424.

2. Е Вин Тун, Маркин Л.В. Дискретные модели обеспечения зон обслуживания и автоматизированной компоновки летательных аппаратов // Электронный журнал "Труды МАИ", 2017, № 96. Режим доступа http://trudymai.ru/published.php?ID=85654

Узоры симметрии, возникающие в уравнении Свифта–Хоэнберга при ветвлении решений

Аверина К.А., Щеглова Е.О.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Кулагин Н.Е.
МАИ, Москва
averina10091996@gmail.com

Обобщенное уравнение Свифта – Хоэнберга широко используется при описании процессов самоорганизации структур различной физической природы (гидродинамическая неустойчивость в химической кинетике и т.д.).

В работе с использованием методов теории ветвления проанализирована возможность возникновения состояний, обладающих сложной внутренней структурой, от более простых. В качестве таких затравочных решений были построены два класса решений. Эти решения с использованием методов продолжения по параметру были построены в широкой области значений структурных параметров задачи. Первый класс представляет собой локализованные решения, зависящие от одной пространственной переменной. Для этого класса решений в линейном приближении построены решения, локализованные по одной переменной и периодические по другой, то есть обладающие более сложной внутренней структурой. Второй класс состоит из локализованных решений с круговой симметрией. То есть такие решения также зависят от одной, теперь уже радиальной, переменной. Формально дальнейшие построения похожи на построения первого класса. Однако имеется одно обстоятельство, существенно усложняющее анализ. Дело в том, что периоды возмущенных решений первого класса могут быть любыми, в то время как для решений второго класса период (поскольку это период по полярному углу) должен быть кратен 2π. Это, в свою очередь, накладывает существенные ограничения на параметры системы.

В работе при различных допустимых значениях параметров системы построены решения обоих классов. Для первого класса найдена зависимость периода линейной задачи от параметров. Для второго класса на плоскости параметров задачи построены кривые, на которых решения линейной задачи имеют период, кратный 2π.

В дальнейшем предполагается продолжить решения в область конечных амплитуд.

Структура данных и алгоритм для моделирования длительного управляемого движения высокоорбитального КА

Агишев А.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Касаткин В.Г.
МФТИ, Москва
artur.agishev@phystech.edu

Для моделей управления орбитальным движением КА – космического аппарата в публикациях приводятся математические соотношения, а также структурные схемы, формы ввода и отображения данных. Примерами являются работы [1-3]. Но трудно найти описания алгоритмов моделирования многосуточного полёта КА в целом, с учётом большого числа факторов, с сохранением подробных результатов. В работе представлены структура данных и алгоритм для моделирования длительного управляемого орбитального движения, которые использовались для КА на высокоэллиптических и геосинхронных орбитах.

Такое моделирование включает следующие основные элементы: ввод данных с их контролем; преобразование данных для использования; организация модельного движения по интервалам полёта, однородным по возмущениям; прогноз движения с учётом естественных возмущений и коррекций; имитация получения данных измерений; определение теневых участков движения; расчёт и планирование коррекций орбиты; преобразование данных для сохранения и отображения; сохранение и отображение данных.

Данные полёта сохраняются в двумерном массиве движения, по последовательности суток и последовательности событий в течение каждых суток. Событиями считаются: начало каждого часа; получение измеренного вектора орбитальных параметров, соответствующего моменту этого события; начало и окончание корректирующего воздействия. Данные о затенениях КА сохраняются отдельно. Массив движения является массивом наборов данных. В каждую его ячейку записывается следующая информация об очередном событии: время, сутки и секунды; признак измерений; геодезическая долгота; сидерический период; наклонение; аргумент широты; инерциальная долгота восходящего узла; эксцентриситет; аргумент перигея; код управляющего ускорения. Указанные орбитальные

параметры, записываемые по событиям, являются основными выходными результатами моделирования, они отражают исследуемое управление движением КА.

В начале процесса моделирования в массив движения на позицию первого события первых суток записываются данные начального вектора орбитальных параметров полёта КА, а в остальные позиции этого массива записывается только время начала каждого часа для всего предусмотренного интервала моделирования. Число событий в первых и последних сутках полёта может быть меньше чем 24. При моделировании выполняется двойной цикл, по суткам и по событиям в сутках, с прогнозированием от события к событию. По результатам прогнозирования определяются орбитальные параметры на момент его окончания. Они записываются в данные следующего события массива движения и соответствуют начальным параметрам следующего интервала прогнозирования. Если в процессе моделирования должно появиться новое, будущее планируемое событие, соответствующее изменению корректирующего ускорения или измерениям, то для него определено время и соответствующий признак или код. Когда такое событие запланировано, его данные записываются в массив движения, кроме орбитальных параметров, которые пока не известны до прогнозирования, предшествующего этому событию. Его время не совпадает с началом часа, поэтому в массиве движения записи событий для последующей части суток смещаются на одну позицию и на освободившееся место записываются данные планируемого события. Соответственно число записей в сутках может превышать 24, оно запоминается в отдельном массиве.

Описанные решения успешно использовались при моделировании управления КА на высокоэллиптической и на геосинхронной орбитах [4,5]. Их принципы можно применить также для моделирования других длительных процессов управления.

Список литературы

1. Салмин В. В., Петрухина К. В. Методика проектно-баллистической оптимизации и моделирование процесса перевода космического аппарата с эллиптической орбиты на геостационарную орбиту //Сборник трудов XVII Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов. – Самара, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, 2015. С. 157-165.

2. Войсковский А.П. Автономное управление движением центра масс геостационарного космического аппарата на этапах довыведения, перевода в рабочую позицию и удержания: дисс. … канд. Техн. наук, М.: МАИ, 2016.

3. Васильев Д.Г., Бетанов В.В. Применение методов имитационного моделирования в задачах изучения движения околоземных космических аппаратов.// Инженерный журнал: наука и инновации, 2016, вып. 7., URL: http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2016-07-1513.

4. Агишев А.Р. «Оптимизация величины изменения периода в алгоритме планирования коррекций удержания КА на позиции ГСО», Гагаринские чтения – 2017:XLIII Сборник тезисов докладов, URL: https://gagarin.mai.ru/files/2017/Abstracts.pdf

5. Агишев А.Р. Касаткин В.Г. "Планирование коррекций приведения КА на ГСО двигателями малой тяги" Труды МАИ № 102, URL: http://trudymai.ru/upload/iblock/782/Agishev-_Kasatkin_rus.pdf

Особенности использования ортогональных планов с учетом критерия D-оптимальности

Батищев Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Любецкая С.Н.
МАИ, Москва
dmitriy459@ya.ru

Повышение эффективности экспериментальных исследований широко востребовано и достигается многими способами, в том числе использованием математического планирования эксперимента с оптимальными критериями. Ортогональное планирование эксперимента первого порядка позволяет не только снижать затраты и время на исследования, но и повышать качество полученных результатов, так как при статистической обработке многомерных данных повышается точность и надежность оценок изучаемых параметров и получаемых выводов. В данной работе этот метод был базовым.

На следующем этапе обычно используют ортогональные планы второго порядка, но они требуют значительно большего числа опытов. В данной работе показано, что ортогональные планы первого порядка хорошо дополняются опытами с переходом к D-оптимальному критерию, обеспечивающему минимальный объем эллипсоида рассеяния оценок коэффициентов уравнения регрессии. Достоинство такого расширения ортогонального плана проявляется в том, что при пошаговом

планировании расширение изучаемого пространства проводится в уточненной области изменения факторов, а переход к новому критерию позволяет перейти к регрессии второго порядка при небольшом числе дополнительных опытов.

Так можно перейти от поиска оптимальных условий получения продукта к описанию стационарной области, с тем, чтобы иметь прогнозируемые значения этого продукта в некоторой части факторного пространства.

Эти положения исследованы на реальных данных изучения винилирования пропанола, побочного продукта очистки нефти, с целью получения новых полимеров. Проведено изучение одной реакции для трех и другой реакции для четырех факторов.

По данным реализации ортогональных планов первого порядка проводили поиск лучших условий протекания процесса. При описании выхода целевого продукта получены регрессии со взаимодействиями. Для изучения стационарной области дополнительные данные получены достраиванием ортогонального плана до D-оптимального на основе модельного счета. Добавление таких данных позволило получить уточненные описания выхода продуктов в стационарной области. Получены адекватные уравнения регрессии второго порядка для описания и прогноза выхода продукта в зависимости от нескольких факторов.

Оптимизация алгоритма Патриция для поиска по бинарному дереву

Борозный А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
aleksander.borozny@yandex.ru

Задача оптимизации поиска по большим массивам данных стоит сейчас как никогда остро. В наш век когда количество информации непреклонно растет требуется проанализировать имеющиеся алгоритмы поиска и способы хранения информации на предмет их соответствия требованиям, диктуемых современной скоростью накопления информации. Для подобного анализа мной был выбран алгоритм Патриция для поиска по бинарному дереву. Хочется отметить, что алгоритм Патриция не ограничивающийся бинарным дерево широко используется повсеместно. В частности, мы можем наблюдать его действие механизме в автодополнения слов. Достаточно простой в реализации, он поражает своей гениальностью. Но он имеет один недостаток – это бесконечно разрастающееся дерево, и с его ростом начинает существенно убывать его быстродействие. По этой причине в моем исследовании был рассмотрен алгоритм Патриция для поиска именно по бинарному дереву, то есть дереву, в котором у каждого узла может быть не больше двух потомков.

Целью нашего исследования было асимптотически проанализировать алгоритм Патриция для поиска по бинарному дереву, чтобы определить для хранения каких типов ключей для поиска он подходит больше всего, отследить изменения скорости поиска по нему, и как результат сделать вывод о том как следует преобразовывать ключи для поиска данных и способен ли усовершенствованный алгоритм Патриция принести существенное улучшение в поиске данных. Первым делом был произведен вывод рекуррентной формулы для среднего числа проверок битов в случае неудачного поиска методом Патриция. Так как данная характеристика является основополагающей для определения скоростных качеств алгоритма и уже по ней можно частично судить о состоятельности алгоритма.

Для дальнейшего анализа алгоритма нам потребовалось углубиться в комплексный анализа. Воспользовавшись методом Гамма-функции и преобразованием Меллина, я смог вывести интегральное представление для среднего числа проверок битов в случае неудачного поиска методом Патриция. После оценка этого интеграла уже можно было с уверенностью судить о преимуществе в скорости алгоритма Патриция для поиска по бинарному дереву.

В результате был разработана программа на языке C# для поиска по большим массивам данных по методу Патриция с преобразованными ключами для поиска и отслеживания динамики скорости. В дальнейшем планируется расширить функционал данного приложения и усовершенствовать его с целью максимального ускорения поиска.

Исследование вопросов модернизации агрегатов и устройств из состава механо-технологического оборудования технического комплекса космодрома

Бурмистров М.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бут А.Б.
МАИ, Москва
boor1995@yandex.ru

Во время проведения предпусковой подготовки тяжелой ракеты космического назначения были выявлены трудности, связанные с доступом рабочего персонала к металлорукаву. Для устранения этой проблемы была спроектирована площадка поворотная, установленная на ферме удержания ракеты. В данной научно-исследовательской работе представлено пошаговое моделирование объемной модели данной площадки в программе «AutoCAD».

На данный момент происходит монтаж пускового устройства на космодроме. Данная визуальная модель будет включена в выпускаемую документацию, что делает ее наиболее актуальной для работы.

Поворотная площадка для доступа к металлорукаву и прилегающим коммуникациям еще не была нигде ранее реализована. Это новая разработка, и ранее нигде реализована не была, ни в железе, ни на чертежах.

При монтаже поворотной площадки на ферме удержания ракеты космического назначения сильно возрастет безопасность обслуживающего персонала благодаря дополнительным ограждениям и отсутствию необходимости тянуться к необходимым коммуникациям, а также повысится уровень эргономичности предпускового оборудования. Любое оборудование стартового комплекса, обеспечивающее эффективные пуски РКН, подобно другим агрегатам должно обладать хорошей эргономичностью, что позволит сократить время для предпускового обслуживания ракеты.

Результатом научно-исследовательской работы будет служить объемная модель поворотной площадки. Ожидается, что данная модель будет использоваться в конструкторской документации к пусковому оборудованию стартового комплекса.

Личным вкладом является непосредственная работа в программе «AutoCAD» для создания объемной модели и создание пошаговой инструкции.

Динамическая адаптация редуцированных кинетических механизмов при моделировании системы охлаждения высокоскоростного летательного аппарата

Галицкий И.О.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Волохов В.М.
МГУ имени М.В. Ломоносова, ФФФХИ. Институт проблем химической физики РАН, Москва
pro100ia@gmail.com

Одним из наиболее общих подходов к описанию химически реагирующих течений в рамках механики сплошной среды является использование конвективно-диффузионных уравнений переноса с источниковым членом для каждого из компонент реагирующей смеси. В рамках такого подхода могут быть рассмотрены не только радикалы и нейтральные компоненты, но и компоненты с неравновесным заселением внутренних энергетических уровней. Однако, увеличение количества рассматриваемых компонент (уравнений переноса) в многомерном случае при решении приводит к пропорциональному росту требующихся потребных вычислительных ресурсов. Таким образом, даже для редуцированных реакционных схем окисления углеводородных топлив с числом компонент N~10, времена, затрачиваемые на решение блока уравнений переноса компонент, сравнимы с временами расчета блока уравнений Навье-Стокса. В работе рассмотрен один из возможных путей увеличения производительности вычислительной процедуры расчета реагирующего течения – уменьшение количества рассматриваемых уравнений переноса (редуцирование размерности кинетической задачи [1]).

Для уменьшение количества уравнений переноса используют различные подходы, направленные на уменьшения количества веществ в реакционных механизмах [2]. Традиционно для этого используются не поддающиеся автоматизации подходы на основе квазиравновесного приближения. Однако, специфика детальных механизмов позволяет строить на их основе редуцированные механизмы сравнимой точности, но применимые для более узкого диапазона термодинамических переменных (температуры и давления). Таким образом, при моделировании систем с большой вариативностью термодинамических параметров необходимо производить динамические

редуцирование для областей со схожими параметрами по температуре и давлению, а не для всей системы в целом. Сравнительно большим потенциалом параллелизма для задачи динамического редуцирования реакционных механизмов является класс алгоритмов, использующих теорию графов, и эффективные алгоритмы поиска в связном графе в глубину, в частности.

Целью данной работы является разработка алгоритма динамической адаптации редуцированных кинетических механизмов, обладающего большим потенциалом параллелизма, который сможет эффективно разбивать моделируемую систему (расчетную область) на подобласти со схожими параметрами и производить в них редуцирование детальной кинетики.

В работе на примере реагирующего течения смеси углеводородов с линейным строением молекул в проточном реакторе произведено моделирование процессов конвекции, пиролиза и горения, получены зависимости времени счета и выхода основных продуктов при различном разбиении исходной системы на области редуцирования.

Список литературы

1. Волохов В.М., Галицкий И.О., Заворина Е.О., Токталиев П.Д. Суперкомпьютерное моделирование радикально-цепного механизма термического разложения сложных углеводородов в системе охлаждения высокоскоростного летательного аппарата // Материалы международной конференции Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ). 2017, 3-7 апреля 2017, Казань, Россия (электронный ресурс http://agora.guru.ru/display.php?conf=pavt2017)

2. Лебедев А. В., Окунь М. В., Баранов А. Е., Деминский М. А., Потапкин Б. В. Систематическая процедура упрощения кинетических механизмов химических процессов//Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2010. Т. 10.

Моделирование плоских нестационарных механодиффузионных колебаниях балки Тимошенко с учетом релаксации диффузионных процессов

Гафуров У.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Земсков А.В.
МАИ, Москва
for.illusion@yandex.ru

Для моделирования технологических процессов внедрения, при которых конструкционный элемент находится под действием изгибающих нагрузок, используются нестационарные балочные модели механики сплошных сред, учитывающие явление массопереноса. Так как балки, наряду с пластинами и оболочками являются наиболее распространенными моделями, описывающими напряженно-деформированное состояние элементов конструкций, работающих на изгиб, представляется интересным их применение при расчёте напряжённо-деформированного состояния таких ответственных элементов, как стрингеры, лонжероны, а также, в известной степени, лопатки газотурбинных и турбовентиляторных авиационных двигателей.

В работе рассматривается задача о плоских нестационарных упругодиффузионных колебаниях балки Тимошенко с учетом релаксации диффузионных процессов. Балка находится под действием растягивающих усилий, изгибающих моментов и перерезывающих сил, заданных на её концах. Также заданы плотности диффузионных потоков на торцевых поверхностях.

Для построения уравнений изгиба принимается:

1) Поперечные прогибы балки малы.

2) Сечения, перпендикулярные к оси балки до деформации, остаются плоскими и после деформации (гипотеза плоских сечений), но могут поворачиваться относительно этой оси на некоторый угол.

Таким образом, данная модель является уточнением модели упругодиффузионной балки Эйлер–Бернулли, позволяющим учитывать касательные напряжения, возникающие при изгибе стержневых элементов конструкций.

Уравнения колебаний балки выводятся с помощью вариационного принципа как условие стационарности функционала Гамильтона.

Решение задачи ищется в интегральной форме в виде свёрток функций Грина с правыми частями граничных условий. Для решения полученной задачи применяется интегральное преобразование Лапласа по времени и разложение в ряды Фурье. В результате преобразований задача сводится к системе линейных алгебраических уравнений относительно изображений коэффициентов разложения функций поперечных смещений и углов поворота. После решения системы производится переход к оригиналам с помощью известных теорем о вычетах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №17-08-00663 А).

Моделирование помех в среде Matlab Simulink

Гришова Е.А., Краус Д.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горбачев И.В.
УлГТУ, Ульяновск
orange225@yandex.ru

Лабораторные работы являются важным этапом в образовательном процессе, поскольку закрепляют у студентов-инженеров полученные теоретические знания. Стенды лабораторных работ, как правило, создаются на основе натурных изделий и систем. Оборудование данных стендов является затратным для образовательных и научно-исследовательских учреждений, поскольку их эксплуатация сопровождается большим расходом запасных частей, электроэнергии, расходных материалов, а размещение требует больших учебно-производственных площадей.

Разрешить проблему, можно путем применения современных информационных технологий, позволяющих выполнить замену всех элементов лабораторного стенда программно имитационными моделями [1].

Главной целью данной работы является создание виртуального лабораторного стенда для моделирования помех в среде Matlab Simulink.

Существует множество программных средств, позволяющих создавать виртуальные лабораторные стенды для проведения экспериментов. Одной из популярных является программа Matlab Simulink. Особенно привлекательной выглядит возможность построения трехмерных поверхностей и фигур. По сравнению с системой, например Mathcad, построение трехмерных фигур средствами Matlab происходит намного быстрее. При моделировании с использованием Simulink реализуется принцип визуального программирования, в соответствии с которым, пользователь на экране из библиотеки стандартных блоков создает модель устройства и осуществляет расчеты [2].

Была разработана математическая модель, реализованная в среде Matlab Simulink. Основными помехами, влияющими на качество обнаружения при работе радиолокационных систем (РЛС) по надводным целям, являлись отражения зондирующего сигнала от взволнованной морской поверхности. Для этого были заданы значения параметров модели, используемые при расчете, а именно: параметры сигнала, параметры РЛС и размеры моделируемого участка морской поверхности, а также две цели, которые различались дальностью обнаружения, скоростью и ЭПР.

Анализ результатов моделирования позволил сделать следующие выводы. При малых скоростях ветра < или = 2 м/с (до 2 баллов по шкале Бофорта) амплитуда помех, создаваемых взволнованной морской поверхностью, достаточна мала по сравнению с амплитудой сигнала цели, что дает возможность обнаруживать неподвижные и малоскоростные цели. При больших скоростях > или = 7 м/с (более 4 баллов) амплитуда создаваемых помех значительно возрастает и обнаружение неподвижных и малоскоростных целей РЛС (скорость < 1 м/с) становится невозможным [3]. Если скорость ветра будет находится в пределах от 2 до 7 м/с, качество обнаружения цели будет зависеть от величины ЭПР.

Таким образом, при создании виртуального лабораторного стенда мы можем наблюдать изменение качества обнаружения целей при различных скоростях ветра. Можно также рассмотреть и другие формы помех, описав математически данный эффект. В процессе моделирования мы можем наблюдать за процессами, происходящими в среде, с помощью специальных средств наблюдения, которые входят в состав библиотеки программы.

Виртуальные лабораторные стенды для проведения экспериментов позволяют преподавателям контролировать усвоение знаний студентами-инженерами, а им, в свою очередь, моделировать процессы, с применением компьютерных эффектов позволяет уменьшить время на проведение лабораторных исследований.

Во время эксплуатации из-за недостаточности навыков студентов или неопытности, возможны поломки деталей стендов, что вызывает дополнительные расходы на приобретение запасных деталей, монтаж и перенастройку. Применяя виртуальные лабораторные стенды, мы сможем избежать этих расходов, что приведет к экономии финансовых ресурсов [4].

Список литературы

1. Ашанин В.Н., Мельников А.А. Микропроцессорный лабораторный стенд для исследования систем энергоснабжения автомобиля // Автомобиле- и трактостроение в России: приоритеты развития и подготовки кадров: Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию МГТУ “МАМИ”.

2. Наместников А.А. Разработка имитационных моделей в среде MATLAB: учебное пособие/ А. М. Наместников – Ульяновск: УлГТУ, 2004.- 123 с.

3. Минаков Е.И., Мешков А.В., Полынкин А.В. Моделирование отражения радиолокационного сигнала от морской поверхности / Е.И. Минаков // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. Вып. 12(2).

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.

Исследование рассеивающих свойств объектов по имитационному моделированию

Гришова М.А., Краус Д.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горбачев И.В.
УлГТУ, Ульяновск
mashagrishova@yandex.ru

В современных реалиях с развитием информационных технологий возникла необходимость внедрения современных технологий в процесс обучения, одна из актуальных проблем это переход с натурных экспериментов на виртуальные лабораторные стенды [1].

Главной целью данной работы является создание виртуального лабораторного стенда для студентов инженерных специальностей, который будет исследовать рассеивающие свойства для начала простейших объектов.

Физическое моделирование технологического процесса даже в упрощенном виде означает серьезные финансовые затраты на создание стендов и их поддержку в работоспособном состоянии [2]. Виртуальные лабораторные стенды для проведения экспериментов имеют больше преимуществ по сравнению с реальными установками: в существенное сокращение материальных и временных затрат на создание, тиражирование и поддержание в рабочем состоянии смоделированного лабораторного стенда.

Недостатки – отсутствие практических навыков работы с оборудованием, что не маловажно при обучении студентов инженерных специальностей, а также отсутствие предметной наглядности [3].

Сегодня существует великое множество программных средств для реализации виртуальных лабораторных стендов. Одним из самых популярных является MatLAB – многофункциональная среда программирования численных расчетов и визуализации результатов [4].

Требуется разработать виртуальный лабораторный стенд для исследования рассеивающих свойств простейших объектов.

Было проведено натурное испытание. Измерена эффективная площадь рассеяния некоторых простых объектов – куба и цилиндра. Измерялась угловая зависимость ЭПР объектов. В результате экспериментов были получены следующие результаты: в угловой зависимости интенсивности отраженного сигнала на графике наблюдаем резкое увеличение значений при попадании на боковую зеркальную поверхность куба и снижение – на ребро куба. При облучении цилиндра со всех сторон сигнал рассеивается одинаково – угловая зависимость отсутствует [5].

Отсюда можно сделать вывод, что, проводя испытания на виртуальном лабораторном стенде, студент сможет выбрать более широкий диапазон объектов исследования, исследовать другие параметры процесса, а также при изменении входных параметров гораздо оперативнее получить и увидеть выходной результат.

Анализируя плюсы и минусы виртуальных лабораторных стендов, можно заключить, что их внедрение в процесс обучения позволит сделать процесс более познавательным и интересным. Это не только повысит уровень профессиональных компетенций, но и обогатит опыт работы в интерактивной среде MatLAB.

Список литературы

1. 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. Трухин А.В. Об использовании виртуальных лабораторий в образования// Открытое и дистанционное образование. 2002. №4(8). С.70-72.

3. Дубровин В.С., Никулин В.В. Роль виртуальных лабораторных работ в повышении качества подготовки бакалавров по направлению подготовки "Инфокоммуникационные технологии связи"//Интеграция образования. 2014. №1. с.109-115.

4. MatLAB высокоуровневый язык. [Электронный ресурс] – режим доступа http://www.matlab.ru/products/matlab (дата обращения 01.02.2019).

5. Черевко А.Г., Кубарев В.В. Рассеяние терагерцоевых волн объектами сложной конфигурации с использованием Новосибирского лазера на свободных электронах// Вестник СибГУТИ.2016. №3. С. 204-213.

О температурных солитонах при волновом теплопереносе в ограниченных средах

Дегтяренко Р.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Формалев В.Ф.
МАИ, Москва
dtroma@mail.ru

Теплообмен излучением, конвекцией и теплопроводностью осуществляется квантами энергии, которые изолированы по пространству и времени, вследствие чего внутри области образуются подвижные изолированные температурные волны, называемые солитонами.

В данной работе исследуется динамика температурных изолированных волн (солитонов) в ограниченных областях.

Волновой теплоперенос описывается волновым уравнением теплопроводности, выведенным на основе закона Вернотта–Каттанео–Лыкова (ВКЛ), который учитывает релаксационные явления, характеризующиеся отставанием тепловых потоков от градиентов температур, и является уравнением гиперболического типа [1-5]. В рассмотренной задаче выделена изолированная температурная волна (солитон) посредством П-образного импульса температуры.

На основе использования метода функции источника (функции Грина) [6-10] было получено аналитическое решение задачи волнового теплопереноса на конечном стержне. Оказалось, что тепловой солитон при движении от левой границы к правой имеет передний и задний фронты разрывов первого рода. Амплитуда этих разрывов уменьшается с течением времени за счёт диссипации тепловой энергии. Скорость движения солитона при этом обратно пропорциональна квадратному корню из времени релаксации.

Отражение температурных волн существенно отличается от отражения механических волн. При достижении солитоном противоположной теплоизолированной границы граница нагревается до определённого уровня, а затем в обратном направлении температурный солитон распространяется с теми же геометрическими и кинематическими характеристиками с учётом диссипации энергии.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ: №18-01-00444А.

Список литературы

1. Формалев В.Ф. Теплоперенос в анизотропных твердых телах. Численные методы, тепловые волны, обратные задачи. – М.: Физматлит, 2015. С. 146-179.

2. Шашков А.Г., Бубнов В.А., Яновский С.Ю. Волновые явления теплопроводности: Системно-структурный подход. Изд. 2-е, доп. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 296 с.

3. Формалев В.Ф., Колесник С.А., Кузнецова Е.Л. О волновом теплопереносе на временах, сравнимых с временем релаксации при интенсивном конвективно-кондуктивном теплообмене // Теплофизика высоких температур. 2018. Т. 56. № 3. С. 412-416.

4. Формалев В.Ф., Колесник С.А., Кузнецова Е.Л. Волновой теплоперенос в ортотнопном полупространстве под действием нестационарного точечного источника тепловой энергии //Теплофизика высоких температур. 2018. Т. 56. № 5. С.799-804.

5. Формалев В.Ф., Колесник С.А. Теплоперенос в полупространстве с трансверсальной анизотропией под действием сосредоточенного источника теплоты //Инженерно-физический журнал. 2019. Т.92, №1. С. 55-63.

6. Формалев В.Ф., Колесник С.А., Кузнецова Е.Л. Влияние продольной неизотермичности на сопряженный теплообмен между пристенными газодинамическими течениями и затупленными анизотропными телами //Теплофизика высоких температур. 2009. Т.47. №2. С.456-463.

7. Формалев В.Ф., Колесник С.А., Миканев С.В. Моделирование теплового состояния композиционных материалов //Теплофизика высоких температур. 2003. Т.41. №6. С.935-941.

8. Формалев В.Ф., Колесник С.А. Аналитическое исследование сопряженного теплообмена на границах анизотропных тел //Теплофизика высоких температур. 2002. Т.40. №6. С.993-999.

9. Формалев В.Ф., Колесник С.А. Методика, алгоритм и программный комплекс по определению теплового состояния охлаждаемых микроракетных двигателей //Труды МАИ. 2014. №78.

10. Колесник С. А., Формалев В. Ф., Селин И. А. Математическая модель и программный комплекс сопряженного теплообмена между вязкими газодинамическими течениями и охлаждаемыми лопатками газовых турбин //Труды МАИ. 2015. №80.

Оценка долговечности двухслойного сильфона с учетом истории нагружения

Дормидонтов Н.Е.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Дудченко А.А.
МАИ, Химки
dormidontov.nikita@yandex.ru

Одной из актуальных проблем в современном аэрокосмическом машиностроении является надежность работы конструкции. Как показывает практика, большинство поломок машин связано с выходом из строя элементов, работающих в условиях повторного либо многократного нагружения. Данный эффект вызван усталостью металлов – постепенным накоплением в материале повреждений с последующим образованием трещин и разрушением.

Данная работа посвящена исследованию долговечности двухслойного сильфона. Сильфон представляет собой гофрированную оболочку вращения, поочередно состоящую из кольцевых пластин и гофрированных оболочек. За счет особенностей своей геометрической формы сильфон способен компенсировать значительные перемещения и повороты конструкции под действием давления, температуры, растягивающих и изгибающих нагрузок. Сильфоны подобного типа используются в ракетных двигателях семейства РД170 для компенсации угла поворота трубопроводов при качании камеры сгорания.

При анализе сильфонов важно учитывать следующие явления: геометрическая и физическая нелинейность, контактное взаимодействие. Данные явления представляют определенные сложности при расчете, которые не всегда удается учесть классическими аналитическими методами. В данном исследовании использовано современное программное обеспечение, использующее метод конечных элементов. Упомянутое ПО позволяет учесть описанные выше эффекты. Так, геометрически и физически нелинейные задачи решаются методом Ньютона–Рафсона, учет контактных явлений происходит введением функции ограничения, что приводит к быстрой сходимости решения.

Перед установкой рассматриваемого сильфона на двигатель сам сильфон проходит испытание на подтверждение ресурса. В испытание входит цикл нагружения сильфона изгибом с внутренним давлением с определенной частотой и амплитудой. Анализ статического решения задачи о нагружении сильфона вышеописанными нагрузками показал, что напряженно-деформированное состояние сильфона имеет пластический характер. Данный факт свидетельствует о том, что при исследовании долговечности следует исследовать малоцикловую усталость (104-105 циклов нагружения) конструкции.

Таким образом, в данной работе исследовано напряженно-деформированное состояние сильфона при циклическом нагружении, реализуемом при испытаниях, в квазистатической постановке; построены петли гистерезиса, характеризующие работу упругопластического деформирования за полный цикл изменения усилий; найдена амплитуда полных деформаций; в соответствии с экспериментальной кривой усталости найдено соответствующее число циклов нагружения до разрушения.

Программный подход к расчету металлокомпозитного баллона давления

Егоров А.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
antegor177@mail.ru

Газовые баллоны давления, применяемые в авиационной и ракетно-космической технике, оптимизируются при проектировании по весу и несущей способности [1, 2]. Однако для надежной их эксплуатации необходимо учитывать технологические погрешности изготовления, имеющие место на реальном производстве. В металлокомпозитных баллонах высокого давления (МК БВД) технологические отклонения, например геометрические, могут приводить к отслоению композитной оболочки [3]. Поэтому задача расчета на расслоение двухслойных баллонов является актуальной.

В настоящей работе расчет МК БВД методом конечных элементов [3] организован на базе программного комплекса LS-DYNA в динамической постановке. Основное внимание уделено центральной цилиндрической части баллона. Модель деформирования баллона учитывает геометрическую и физико-механическую нелинейность конструкции, а также контакт лейнера и оболочки с односторонней связью. Технологические отклонения задаются через локальное малое изменение толщины лейнера и композитной оболочки. В качестве нагрузки выступает внутреннее давление, которое является переменным во времени и соответствует схеме нагрузка–разгрузка.

Проведенный численный анализ баллона с алюминиевым лейнером и углепластиковой оболочкой показал возможность их расслоения после снятия внутреннего давления.

Список литературы

1. Васильев В.В., Мороз Н.Г. Композитные баллоны давления. Проектирование, расчет, изготовление и испытания: справ. пособие. – М.: Машиностроение; Инновационное машиностроение, 2015. – 373 с.

2. Разработка высокоэффективных композитных баллонов давления с гранульным титановым лейнером для изделий ракетно-космической техники / А.А. Смердов, В.А. Селезнев, С.В. Соколов, А.А. Смердов, А.И. Логачева, А.Н. Тимофеев, А.В. Логачев // Конструкции из композиционных материалов. 2015. № 2 (138). С. 15–22.

3. Егоров А.В. Устойчивость цилиндрических оболочек в жесткой среде // Инженерный журнал: наука и инновации. 2017. Вып. 9. DOI: 10.18698/2308-6033-2017-9-1670

Моделирование воздействия внешних сил на жидкую частицу в пакете OpenFOAM для задания условий динамики порошка в газодинамических потоках

Епанечников И.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цивильский И.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
ScriptingGuy@ya.ru

Существует огромное количество программных продуктов, которые являются мощным инструментом для моделирования процессов динамики порошка в газодинамических потоках. Наиболее распространенные из них: Comsol (Швеция), Matlab (США), OpenFoam (Великобритания). Моделирование дает точное прогнозирование поведения частиц порошка в разных условиях.

Открытая интегрируемая платформа для численного моделирования OpenFoam позволяет решать задачи механики сплошных тел, гидродинамики ньютоновских и неньютоновских жидкостей, теплопроводности, деформации. Возможно решение дозвуковых, околозвуковых и сверхзвуковых задач. OpenFOAM состоит из двух частей: библиотека классов для многих операций, необходимых при численном моделировании, и библиотека программ («солверов»), использующих эти классы и позволяющих решать конкретные задачи моделирования.

Основной целью данной работы является реализация силовой ловушки для удерживания частицы.

Актуальность работы – серьезное ускорение расчетов, так как частица оказывается в движущей системе отсчета. Чтобы реализовать данную ловушку, необходимо воздействовать на частицу определенной силой, зависящей от разницы координат положения всех элементов частицы и центра сетки.

Расчеты силы производятся по формуле: F=(X0-ave(x))*1e8, где ave(x) – это усредненная координата частицы (вычисляется как сумма всех координат в сетке, умноженная на фазу в каждой точке, деленная на число координат), x0 – координаты центра сетки, где частица должна удерживаться. Добавление силы происходит в специальную структуру OpenFoam – fvOptions. В

В качестве решателя был взять солвер interFoam для двухфазного моделирования. Первая фаза – частицы воды с вязкостью 0.0000010533 m2/s, вторая фаза – воздух с вязкостью 0.0000148 m2/s.

После успешной компиляции частица на протяжении всего процесса моделирования возвращалась в центр координат.

Модификация учебной CAE-системы «Sigma»

Жеребцов Р.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
R.Z.V@mail.ru

Учебная CAE-система «Sigma» [1] разработана студентами кафедры № 609 Московского авиационного института и представляет собой программный комплекс с открытым кодом. Её прикладное назначение – определение методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния плоского объекта.

Как и любой программный продукт, данная система нуждается в периодических обновлениях и модификациях для расширения функционала, обновления внешнего вида системы и её подсистем, а также устранения всевозможных ошибок.

В данной работе приводится описание мероприятий по выпуску новой версии системы «Sigma», включающих наиболее приоритетные изменения и новшества, в частности:

• Реорганизацию основной панели подсистемы графического отображения результатов расчета [2], включающую структуризацию и отделение информационных надписей и полей для ввода данных друг от друга, создание дополнительных окон для упрощения анализа расчётов;

• Реорганизацию панели основных параметров проекта;

• Модификацию модуля импортирования с целью добавления возможности импорта предварительной геометрической модели объекта из CAD-систем «Solid Edge», последних версий «AutoCAD», а также CAE-системы «Nastran» с возможностью экспорта в неё отдельно геометрической и полной модели объекта;

• Совершенствование подсистемы формирования геометрической модели;

• Доработку подсистемы построения графиков сходимости напряжений в исследуемой точке с внедрением методов интерполяции и аппроксимации.

Интерфейс системы реализован с использованием среды разработки «Borland Delphi» и одноименного объектно-ориентированного языка программирования «Delphi» [3]. Для её создания разработаны различные библиотеки, которые используют стандартные подключаемые модули-формы для отображения элементов интерфейса, а также написанные студентами подпрограммы, в которых реализованы процедуры и функции, необходимые для функционирования программного комплекса.

Внесённые модификации и обновления позволят улучшить качество работы CAE «Sigma», расширить функционал и повысить удобство её использования.

Список литературы

1. Столярчук В.А. Программный комплекс как учебный объект разработки // Программные продукты и системы. 2016. №1. С.146-151.

2. Жеребцов Р.В. Подсистема графического отображения результатов расчета в CAE «Sigma» // Международная конференция «Авиация и космонавтика». Тезисы. 2018. С. 442-443.

3. Джулиан М. Бакнелл. Фундаментальные алгоритмы и структуры данных в Delphi. // 2003.

Решение задачи о минимальных углах между стержнями в узлах ферменной конструкции (в САПР Ferma)

Жигарев С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
Ser99249@yandex.ru

Учебная САПР Ferma, разработанная студентами каф. 609, предназначена для проектирования, расчета и оптимизации плоских ферменных конструкций. Ферменные конструкции были выбраны по методическим соображениям, так как они по своему построению и начертанию наиболее близки к понятию силовой схемы.

Силовая схема (топология, стержни, узлы) в САПР Ferma строится средствами интерактивной графики. При проектировании может получиться модель со слишком малыми углами между стержнями в узле (как из-за начальной ошибки разработчика, так и в результате программной оптимизации конструкции по положению узлов). Если не обращать на это внимания, то стержни будут «наезжать» друг на друга в узлах, и для того чтобы сохранить топологию, придётся уменьшать диаметры стержней в местах крепления. Это неизбежно привёдёт к снижению прочностных характеристик конструкции. К сожалению, такая ошибка выявляется только на этапе сборки конструкции, в результате приходится возвращаться на этап проектирования, что приводит к большим временным затратам. Если уменьшать диаметр стержней на этапе сборки (заменять на другие стержни), то вновь полученная конструкция уже не будет отвечать проектным показателям, поскольку в результате получим другую конструкцию.

Чтобы предупредить проектировщика о возможной ошибке, был создан набор автоматизированных операций, который выявляет опасные углы в каждом узле.

Подсистема сравнивает углы между соседними стержнями, сходящимися в узле, и выявляет те, что выходят за ограничение, которое подсчитывается для каждой пары стержней на основе минимально возможных диаметров поперечного сечения.

Минимальные углы в узле выводятся в таблицу, где выделяются цветом вместе с номерами стержней, их образующих.

Дальнейшим развитием работы является внедрение процедуры в алгоритм оптимизации положения узлов фермы.

Разработка программного комплекса для автоматизации имитационного математического моделирования функционирования зенитной ракетной системы

Казаков С.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
ООО ОАК – Центр комплексирования, Москва
kira.winter@bk.ru

Работа посвящена разработке программно-алгоритмического обеспечения для автоматизации имитационного математического моделирования (ИММ) функционирования зенитной ракетной системы (ЗРС).

Данный комплекс предназначен для организации графического интерфейса между оператором и всеми составными частями ИММ ЗРС.

Программный комплекс обеспечивает:

• Создание и редактирование вариантов моделирования;
• Контроль за отсутствием ошибок в исходных данных для моделирования;
• Запуск и остановку моделирования;
• Отображение результатов моделирования;
• Автоматизированную оценку характеристик работы ЗРС.

Разработанный комплекс поддерживает следующие режимы работы:

• Создание пользовательских вариантов моделирования;
• Автоматизированная генерация вариантов моделирования.

При работе в режиме создания пользовательских вариантов перед оператором ставится задача определить сценарий авианалета на ЗРС путем определения и задания исходных данных моделей, участвующих в ИММ. В режиме автоматической генерации система предоставляет оператору сгенерированный авианалет на ЗРС. При данном режиме работы генерация варианта производится по процедурным правилам, определенным в структуре программного года.

Разработанный программный комплекс позволяет проводить гибкое расширение и модификацию своего функционала.

Список литературы

1. Оркин Б.Д., Оркин С.Д. Имитационное моделирование боевого функционирования палубных истребителей, зенитных ракетных и артиллерийских комплексов корабельных групп при решении задач ПВО: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009. – 700 с.
2. Thelin J. Foundations of Qt Development. Apress, 2007, 528 p.
3. Hovanessian S.A. Radar system design and analysis. Artech House, 1984, VIII, 386 p.
4. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Высшая школа, 2001.

К вопросу о применении SimHydraulics при исследовании динамических характеристик рулевых приводов

Коломийцев Н.А.
Научный руководитель — Федоркевич И.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Galinafed.1982@mail.ru

К рулевым приводам управления летательных аппаратов предъявляется ряд требований, определяющих поведение системы при внешнем воздействии. Требования устойчивости являются основными, но далеко не достаточными. Для каждой следящей системы устанавливаются определенные требования, касающиеся как установившихся, так и переходных режимов при различных воздействиях.

Поведение системы в неустановившихся, переходных режимах определяется динамическими характеристиками рулевого привода. Принято разделять динамические характеристики по качественным и по количественным показателям.

Основными динамическими характеристиками рулевого привода являются [1]:

• Характер переходного процесса (реакция на типовое воздействие);
• Быстродействие системы;
• Время затухания переходного процесса;
• Точность воспроизведения входных сигналов;
• Частотные характеристики (амплитудно-фазовые частотные характеристики).

В зависимости от вида входного воздействия в теории автоматического регулирования различают динамические характеристики в переходных процессах (ступенчатое воздействие) и при гармоническом воздействии.

Полнота описания динамических характеристик рулевого привода зависит от решаемой задачи, и в ряде случаев аналитические выражения могут быть значительно упрощены без ущерба для понимания физической природы явления. В общем случае, с учетом переменности внешней нагрузки на штоке, конечных упругостей жидкости и опоры, на которую передает нагрузку рулевой привод, логично рассуждать следующим образом [2].

В работе предлагается разработать модель двухкамерного рулевого привода с использованием библиотеки SimHydraulics программного обеспечения Matlab@Simulink.

Список литературы

1. Гамынин С.Н. Гидравлический следящий привод. – М.: Машиностроение, 1972. – 376 с.

2. Даниленко М.О., Федоркевич И.А. Разработка Simulink модели контура питания гидравлической системы самолёта // Академические Жуковские чтения: сб. научных статей по матлам V Международной научно-практической конференции (Воронеж, 22-23 ноября 2017 г.). Воронеж: ВУНЦ ВВС, 2017. С. 125–128.

Разработка математической модели операции формовки с учетом допущения о плоско-деформированном состоянии

Косолапова А.Ю., Демьяненко Е.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Попов И.П.
Самарский университет, Самара
nastas941104@mail.ru

В авиастроении и ракетно-космической отрасли имеется определенная номенклатура деталей, изготовление которых требует обеспечения минимальной разнотолщинности получаемых изделий.

Например, в производстве деталей ракетно-космической техники находят применение достаточно глубокие, крупногабаритные, тонкостенные осесимметричные корпусные оболочки из листовых заготовок (обшивки отсеков, обтекатели, топливные баки различных форм и размеров, оболочки камер сгорания двигателей и др.).

В работе приводятся научно-обоснованные пути и способы создания ресурсосберегающих технологий, включающих в себя большой круг теоретических, экспериментальных, технологических и компьютерно-программных задач.

К таким задачам относится разработка более полных и точных математических моделей операций, условия устойчивого протекания которых достигаются путем максимального использования внутренних резервов деформирования материала и глубокого анализа напряженного и деформированного состояния заготовки.

Наличие развитого математического аппарата позволяет создать модель, но, как правило, с упрощениями при использовании данного аппарата.

Применение такой математической модели позволяет прогнозировать и оценивать работоспособность процесса в заданных условиях, проверяет гипотезы о причинах наблюдаемых явлений и нежелательных изменениях.

Принятые допущения не противоречат современной теории пластической механики и данным непосредственного опыта. Проводится сравнение результатов теоретического решения и результатов моделирования в программном продукте ANSYS/LS-Dyna при использовании условия плоско деформированного состояния в случае получения равномерной толщины для деталей выпуклой формы.

Как в области элементов, близких к зажимам заготовки, так и в промежуточных имеет место тангенциальная деформация, близкая к нулю, что характеризует формообразование при допущении о плоско деформированном состоянии. В теоретическом решении рассматриваемое утонение в два раза применимо к случаю очень пластичного материала. Для большинства рассматриваемых деталей выпуклой формы радиус кривизны которой значительно превышает радиус детали, эта погрешность будет намного меньше.

О классификации направленных гиперграфов

Кохановский А.А., Ирбитский И.С.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
lordika@mail.ru

Известна классификация гиперграфов (Костянго Д. С., Мокрякова А. В., Цуркова В. И. «Алгоритмы восстановления гиперграфов по заданному вектору степеней вершин»), включающая в себя четыре класса:

1. Класс Г(1, 1) – каждое гиперребро имеет вес 1, и все вершины не повторяются
2. Класс Г(∞, 1) – вес каждого гиперребра равен 1, а ребра могут содержать не – уникальные вершины
3. Класс Г(1, ∞) – вес каждого гиперребра должен быть положительным целочисленным значением, и все вершины не повторяются
4. Класс Г(∞, ∞) – вес каждого гиперребра должен быть положительным целочисленным значением, а ребра могут содержать неуникальные вершины.

Однако данная классификация не учитывает направленность гиперребр.

Сначала следует определить направленность гиперребер. Отличие гиперребра от обычного ребра в том, что оно может быть инцидентно большому количеству вершин. Предлагается определить направление ребра как перечисление вершин, инцидентных ребру, с разделением на входные и принимающие. Отсюда возникла идея расширить эту классификацию, добавив ещё два параметра, которые в результате дадут 4 подкласса.

1. Класс Г[1, ∞] – одна входная вершина, любое количество принимающих вершин.
2. Класс Г[∞, 1] – один выход, любое количество входов
3. Класс Г[∞, ∞] – любое количество входов и выходов
4. Класс Г[0, 0] – граф ненаправленный.

В дальнейшем планируется разработка редукционных алгоритмов для восстановления гиперграфов данных классов из вектора степеней вершин.

Творческое выполнение трехмерных моделей изделий для развития конструкторского мышления

Лебедева М.Н., Маслов И.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Токарев В.А.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
lebedeva.mr@yandex.ru

Данная инициативная работа выполнена студентами первого курса параллельно с освоением учебной дисциплины "Инженерная и компьютерная графика". Работа направлена на развитие собственных творческих возможностей для будущей профессиональной конструкторской и технологической деятельности.

Актуальным было конструирование полнофункциональных изделий с учетом собственных интересов. В качестве таких изделий выбраны парусник и автомобиль. Причем учтено, что за короткий срок возможно выполнить только уменьшенную упрощенную трехмерную модель данных изделий, но с сохранением предназначения и правильного взаимодействия составных частей разрабатываемых транспортных средств. Конструктивные элементы изделий в виде изображений их электронных геометрических моделей представлены в 2018 году в материалах конкурса «Будущие асы цифрового машиностроения» в номинации «3D-проектирование. Студенческие проекты» (http://edu.ascon.ru/main/competition/gallery/items/?bm_id=68054);
(http://edu.ascon.ru/main/competition/gallery/items/?bm_id=68040).

Конструкции создавались в отсутствие опыта конструкторской и технологической деятельности после окончания средней школы, но при этом опробовались и воплощались в модели собственные технические и дизайнерские идеи. Изделия относятся к классу повседневных известных и понятных транспортных средств, поэтому эти разработки с интересом и пользой для всех рассматривались, обсуждались и оценивались другими студентами. Этому способствовало представление трехмерных моделей сборок в различных видах, в том числе с разнесенными компонентами. Использование в учебном процессе этих и аналогичных трехмерных моделей изделий наряду с узкоспециальными моделями, по мнению авторов, способствует заинтересованному изучению студентами разнообразных конструкций и их составных частей.

Данные творческие работы, имеющие эскизный характер, предназначены для возможного изготовления отдельных деталей и последующей сборки. Изделия включают как стандартные, так и оригинальные детали.

Преимуществами данных моделей являются:

• Простота изготовления и использования;

• Развитие воображения;

• Развитие логического мышления в процессе сборки изделий из составных частей;

• Формирование мелкой моторики за счет контакта человека с деталями различных размеров и формы.

Прогнозирование экономических показателей стран на основе объединения прогнозов статистических методов и нейронных сетей

Макридин Е.Р., Сулин А.А., Дмитриев П.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва
caratoga@gmail.com

Оценка вероятного уровня валового внутреннего продукта (ВВП) является отправной точкой при определении долговременного прогноза экономического роста, так как это наиболее исчерпывающий измеритель экономического роста, имеющий всеобщее признание.

В работе разрабатывается программное обеспечение для применения статистических методов и нейронных сетей в макроэкономике при прогнозировании роста ВВП стран мира. В разрабатываемом ПО строится объединенный прогноз, для повышения точности прогнозирования.

На первом этапе проводится анализ временных рядов годового роста ВВП различных стран из базы данных Всемирного банка. Далее строятся прогнозы на будущий год и предшествующие годы с совместным использованием следующих методов прогнозирования:

• Метод экспоненциального сглаживания;

• Метод адаптивного экспоненциального сглаживания с учетом тренда.

• Метод гармонических колебаний.

• Метод Бокса–Дженкинса (ARIMA)

Каждый из них дает различные результаты по степени точности.

На следующем этапе производится построение агрегированного прогноза путем объединения полученных прогнозов на основе используемых методов. Агрегирование прогнозов предполагает линейную форму объединения с определенными весами для каждого отдельного метода прогнозирования. Для вычисления весов используется метод попарных предпочтений.

В заключительной части работы проводится оценка точности результатов объединенного прогноза роста ВВП стран как по отдельным применяемым методам, так и по объединенному прогнозу. Точность прогноза оценивается с реальным показателем роста ВВП за каждый из годов из той же базы данных Всемирного банка. По результатам проведенной работы выявлено, что точность агрегированного прогноза выше точности каждого метода по отдельности.

Список литературы

1.Френкель А.А., Волкова Н.Н., Сурков А.А., Романюк Э.И. Пошаговое объединение индивидуальных прогнозов на основе метода Грейнджера–Раманатхана // Вопросы статистики. 2018:25(6) с. 16-24.

2. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. –М.: Финансы и статистика, 2003.

3. Боровиков В.П. Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных. 2008.

Алгоритм аналитического расчета излучения гравитационных волн электродинамическими системами

Маркова К.Ю., Гичунц Р.М.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Денисов В.И.
МАИ, Москва
19_ksenia_96@mail.ru

В настоящее время одной из важнейших проблем является задача исследования гравитационных волн с целью нахождения путей использования их для гравитационно-волновой связи. Как

показывают расчеты, в области высоких частот наиболее перспективными источниками гравитационного излучения являются электромагнитные волны. Расчеты такого излучения оказываются чрезвычайно сложными и, так как источник в этом случае занимает все пространство, не допускают численного исследования, а требуют аналитических вычислений.

Опишем алгоритм аналитического расчета излучения гравитационных волн электродинамическими системами с использованием REDUCE.

Математическая модель электромагнитного источника гравитационных волн описывается уравнением Максвелла в тензорном виде. Поэтому по заданным напряженностям электрического и магнитного поля необходимо построить аналитическое выражение для тензора электромагнитного поля и проверить выполнимость уравнения Максвелла.

Так как источником гравитационных волн является тензор энергии-импульса, то следующий шаг состоит в построении этого тензора и проверке выполнения законов сохранения. На следующем шаге записывается запаздывающее решение уравнения для компонент гравитационной волны.

Для интегрирования запаздывающего решения тензор энергии-импульса раскладывается по сферическим функциям и проводится интегрирование по углам и радиусу. На последнем шаге выполняется ТТ-калибровка полученного решения.

Для анализа полученного решения предназначены программы вычисления потока энергии гравитационного излучения, программа исследования поляризации гравитационного излучения.

Модуль автоматического расчёта роста трещин в оболочечных конечно-элементных моделях

Матросова Е.А., Сергиенко В.В.
Научные руководители — Садиков Д.А., Егоров Г.П.
ПАО «Корпорация «Иркут», Москва
elenalekcandrovna@mail.ru

Многие тонкостенные детали конструкции планера самолета, такие как обшивки, гермостенки, обода шпангоутов и т.д. при расчете на прочность с помощью МКЭ моделируются оболочечными элементами. При приложении нагрузок типового полета такие детали находятся в условиях сложного напряженного состояния. Усталостные трещины в этих элементах конструкции, развивающиеся от начального дефекта до предельного состояния, могут существенно изменять свое направление в процессе роста. Одной из важнейших задач при расчетном анализе эксплуатационной живучести конструкции планера гражданской АТ является определение траектории роста усталостных трещин. Учет направления развития трещин необходим для более точного вычисления параметров механики разрушения (КИН, J-интеграл и т.д.) на этапах ее роста и адекватной оценки остаточной прочности конструкции. На стадии проектирования возможность определения траектории развития усталостной трещины позволяет эффективно оценивать конструкцию по критериям живучести, а также проектировать элементы с такими конструктивными решениями, при которых усталостные трещины в процессе роста могут существенно тормозиться или определенным образом менять траекторию. Это, в свою очередь, позволяет значительно снизить периодичность контроля и добиться приемлемого уровня контролепригодности.

В рамках настоящей работы в комплексе Ansys APDL разработан программный модуль, позволяющий моделировать траекторию роста усталостной трещины, а также вычислять параметры механики разрушения (КИН, J-интеграл) на каждом шаге ее роста. Разработанный модуль позволяет выполнять расчет развития усталостной трещины на заданной КЭ сетке и не требует наличия геометрии модели (поверхностей, линий, точек). Рост трещины моделируется путем последовательного исключения из КЭ модели элементов по направлению, определенному по критерию максимума потока энергии в вершину трещины [1]. Таким образом, для приращения длины трещины не требуется не только перестроение геометрии, но и модификация КЭ сетки на каждой итерации, что существенно сокращает время расчета и является значительным преимуществом по сравнению со встроенными в язык APDL функциями для определения параметров трещины (например, процедура CINT).

Программа является полностью автоматизированной и в качестве входных данных использует вектор (прямая линия), задающий начальный размер трещины и направление ее роста. Далее запускается итеративный процесс, в ходе которого на каждом шаге определяется угол поворота трещины относительно ее предыдущего направления: идет исключение из модели элементов, лежащих в этом направлении до определенной величины приращения длины трещины, затем

происходит пересчет КЭ модели с «обновленной» сеткой. Модуль разбит на подпрограммы, каждая из которых посвящена решению отдельной задачи. В частности, особое внимание в программе уделено алгоритмам исключения элементов из модели, процедуре определения J-интеграла, а также предупреждения различных ошибок, связанных с особенностями геометрии конструкции (приближение к границе тела, отверстию и т.д.). Также отличительной чертой разработанной программы является замена большинства используемых встроенных в языке APDL функций аналогичными по назначению макросами, основанными на работе с массивами данных, что значительно ускоряет работу модуля.

Верификация программы происходила на простейших задачах, имеющих аналитическое решение [2], а также путём сравнения с экспериментальными данными [3]. Полученные в ходе расчетов результаты удовлетворяют требуемой точности и имеют погрешности по сравнению с аналитическими решениями и экспериментальными данными не более 5%. Данная программа применима для решения плоских задач любой геометрической конфигурации и практически любого качества КЭ-сетки. В дальнейшем планируется расширить применение алгоритма не только для плоских, но и для пространственных криволинейных КЭ сеток.

Список литературы

1. Морозов Е.М., Никишков Г.П. Метод конечных элементов в механике разрушения. Изд. 2-е, испр. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 256 с.
2. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений: В 2-х т. Т.1; Пер. с англ./ Под ред. Ю. Мураками. – М.: Мир, 1990. – 448 с.
3. Lars Damkilde, Søren Heide Lambertsen. Numerical Analysis of Crack Propagation and Lifetime Estimation //Master Thesis, Aalborg University Esbjerg, 2015. – 84 с.

Прогнозирование технического состояния систем радиоэлектронного оборудования

Милованов А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сидорчук В.П.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
sidorchukvova@gmail.com

Способы количественного описания процессов накопления неисправностей технических устройств во времени базируются на знании закономерности изменения их параметров во время эксплуатации.

Поскольку процесс изменения параметров является случайным, задача описания накопления неисправностей сводится к определению времени пересечения реализаций случайной функции, описывающей изменение параметра, с уровнем допуска на этот параметр.

При техническом обслуживании систем радиоэлектронного оборудования (РЭО) наиболее целесообразно использовать прогнозирующий контроль постепенных отказов. Накопление постепенных отказов в радиоаппаратуре обусловлено относительно медленными изменениями диагностических параметров её элементов под влиянием различных факторов. При этом диагностический параметр возрастает или монотонно убывает во времени и в итоге выходит за пределы эксплуатационных допусков.

Разработан алгоритм определения межконтрольного интервала диагностического параметра. Согласно алгоритму выполняется расчет некоторых специфичных параметров, важных для построения имитационной модели и, как результат, оказывающих влияние на точность прогнозирования технического состояния. Одной из ярких особенностей алгоритма можно считать универсальность использования метода наименьших квадратов. Алгоритм учитывает, что процессы, происходящие в РЭО, имеют разный характер зависимости, позволяя рассчитывать оптимальную степень аппроксимации согласно критерию минимума дисперсии на интервале интерполяции.

После вычисления математического ожидания вычисляется дисперсия для каждой из моделей, затем происходит расчет доверительного интервала. Доверительный интервал считается с использованием доверительной вероятности, путем умножения значения дисперсии параметра на значение обратной функции Гаусса.

При выполнении алгоритма выполняется анализ всех имеющихся в распоряжении объектов и определяется, какой степени аппроксимирующего полинома соответствует данная зависимость. Представленные результаты с достаточной степенью достоверности описываются полиномом 2-й степени с помощью метода наименьших квадратов, что возможно применять в моделях деградации параметра абсолютно всех эксплуатируемых устройств.

На этапе прогнозирования строятся модели функционирования объекта, а также установка предельного значения параметра, при котором объект будет считаться неисправным.

На конечном этапе происходит расчет значения интенсивности отказов за время Δt и расчет среднего времени безотказной работы объектов. Также на данном этапе имеется возможность более точно подобрать класс надежности и учесть дополнительные коэффициенты (такие как температура, давление, влажность и т.п.). Также происходит расчет времени выхода объекта из строя и выдача информации в виде числового значения и в виде графиков.

Программа, реализующая разработанный алгоритм, позволяет на основе полученных данных помочь в выборе оптимального межконтрольного интервала, для сокращения затрат по поддержанию исправности РЭО.

Учёт аэродинамических продувок деталей камеры сгорания при настройке модели горения

Митрофанова Ю.А.
АО «ОДК-Авиадвигатель», Пермь
yliam9494@mail.ru

Для увеличения ресурса рабочих лопаток турбины необходимо обеспечение заданного уровня неравномерности поля температуры на выходе из камеры сгорания. Для точного моделирования поля температуры необходима идентификация не только математической модели процессов, протекающих в камере сгорания, но и геометрической модели. Как известно, при производстве изделия всегда возможны конструктивные отклонения, которые зачастую невозможно измерить инструментально. Продувка деталей в аэродинамической трубе помогает зафиксировать отклонения в конструкции и уточнить геометрическую модель.

В работе представлено исследование, главной целью которого является настройка модели горения с учётом уточнения геометрической модели по аэродинамическим продувкам деталей камеры сгорания.

Первым этапом работы является уточнение геометрической модели. Управляющими параметрами выбираются диаметры отверстий жаровой трубы, на стенки которой нанесено теплозащитное покрытие. Задачей этого этапа является минимизация отклонения между расчётным и измеренным значением приведенного расхода.

Вторым этапом работы является настройка математической модели. Турбулентное течение многокомпонентного однофазного потока моделируется RANS подходом в программном комплексе. Моделью для описания горения принимается комбинированная EDM/FRC модель. Управляющими параметрами для идентификации модели выбираются турбулентные числа Шмидта и Прандтля (модель турбулентности) и коэффициент, ограничивающий скорость химической реакции (модель горения).

Настройка модели проводится по результатам измерения неравномерности поля температуры для трёх модификаций камеры сгорания. Задачей этого этапа, как и целью всей работы, является минимизация отклонения поля температуры на выходе из камеры сгорания между экспериментальными данными и расчётными значениями.

Валидация дроп-теста отсека фюзеляжа вертолета

Николаева А.В., Югай П.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Николаев Е.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
nikolaeva.nastasya2016@yandex.ru

Большое внимание к исследованиям и разработкам ударостойких топливных систем вертолетов [1] а также моделированию дроп-тестов фюзеляжей вертолетов [2], [3] связано с попытками разработать надежные системы защиты пассажиров и членов экипажа в случае аварийной посадки.

Удар фюзеляжа вертолета в случае аварийной посадки характеризуется достаточно сложно прогнозируемыми физическими процессами. Такие физические процессы, как местное разрушение конструкции или взаимодействие топлива с конструкцией топливных баков, моделируются с использованием численного эксперимента. При этом степень соответствия расчетной модели реальному физическому процессу определяется путем валидации, по результатам натурных испытаний. В работе рассматривается сравнение результатов численного эксперимента с результатами натурных испытаний нижнего отсека фюзеляжа вертолета, включающего в себя баки топливной системы, при ударе о посадочную поверхность. Для выполнения численного эксперимента разработана расчетная модель, реализующая метод конечных элементов. Выполнена серия расчетов,

моделирующих разрушение отдельных элементов конструкции нижней панели фюзеляжа. По результатам валидации расчетной модели получено приемлемое совпадение мест и характера разрушения отдельных элементов конструкции нижней панели, а также ускорений расчетной модели и данных с установленных акселерометров на натурном образце.

Валидация расчетной модели позволяет выполнять анализ динамической прочности топливной системы вертолета с целью сокращения возможных последующих натурных испытаний. Валидация расчетной модели позволяет значительно сократить расходы и время на проектирование изделий авиационной техники.

Список литературы

1. Маковецкий М.Б., Сатин А.А. Математическое моделирование авариестойкой топливной системы вертолёта. Гагаринские чтения-2018: XLV международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов: – М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018.

2. Helicopter Fuel Tank Crashwhortiness: Numerical Approach for the Design. Fabio Invernizzi, Stefano Poggi, Maurizio Tirelli Via Giovanni Agusta 520, Cascina Costa di Samarate (VA), Italy.

3. Simulation and analysis of crashworthiness of fuel tank for helicopters. LUO Cheng, LIU Hua, YANG Jia-ling, LIU Kai-xin. Department of mechanics and engineering, Peking University, China, 2007.

Доработка средней секции фермы удержания ракеты по результатам расчетов

Пискунов М.А.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва
masiok.ololo@mail.ru

Усовершенствование стартового оборудования является неотъемлемой частью в развитии космической отрасли, так как приводит к автоматизации наземного оборудования и в целом помогает увеличивать количество пусков ракет-носителей с космодрома, а также снизить риск возникновения аварий и внештатных ситуаций.

В филиале ФГУП «ЦЭНКИ» – НИИСК была проведена доработка средней секции фермы удержания ракеты.

Доработка велась в программном обеспечении AutoCAD 3D. По этой доработке выпускалась рабочая документация.

Доработка средней секции производилась в два этапа, сначала дорабатывалась 3D-модель объекта, а затем данная модель отправлялась на перерасчет для выявления мест, в которых могут быть разрушения.

Изменения 3D–модели включают в себя:

- Укрепление мест, которые подвержены разрушению;
- Изменение положения швеллеров;
- Добавление элементов конструкции;
- Изменение формы составных элементов средней секции;
- Упрощение общей конструкции и уменьшения массы.

Таким образом, имея модель нагрузок, полученную от расчетно-теоретического отдела, можно разработать любой объект, который будет выполнять все требования по надежности и износостойкости.

Об эффективности нескольких методов оценивания параметров в пороговой авторегрессионной модели

Поляков Е.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Горяинов А.В.
МАИ, Москва
polyakovevgeny96@mail.ru

Главной задачей при работе с пороговой авторегрессионной моделью является оценивание ее параметров: коэффициентов авторегрессионного уравнения и величины порога. Чаще всего для этих целей используются метод наименьших квадратов, метод наименьших модулей и М-оценки. М-оценки обычно находятся с использованием ρ-функций Хьюбера и Тьюки.

Различные оценки авторегрессионных коэффициентов и порога сравнивались между собой попарно при помощи оценивания их асимптотической относительной эффективности друг

относительно друга. Оценка асимптотической относительной эффективности определялась как обратное отношение выборочных дисперсий оценок. В свою очередь, выборочные дисперсии оценок вычислялись с помощью численного компьютерного моделирования.

Основное внимание в данной работе уделено нахождению оценки асимптотической относительной эффективности для случая, когда вероятностное распределение обновляющего процесса является загрязненным нормальным (оно же распределение Тьюки).

Исследовано поведение коэффициента асимптотической относительной эффективности при изменении доли и силы (дисперсии) выбросов в распределении Тьюки, а также порогового значения в функциях Тьюки и Хьюбера при использовании М-оценок. По результатам численных экспериментов сделаны выводы о преимуществах и недостатках метода наименьших квадратов, метода наименьших модулей и М-оценок. Если обновляющий процесс загрязнён, то М-оценка уступает, причем не намного, оценке наименьших квадратов только при практически полном отсутствии выбросов. С ростом доли и уровня загрязнения относительная эффективность М-оценок по отношению к оценке МНК увеличивается, АОЭ становится существенно больше единицы.

Численное исследование скорости сходимости частичных сумм ряда Фурье

Радчиков А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Асмыкович И.К.
БГТУ, Минск, Беларусь
art.radchikov@mail.ru

Ряд Фурье позволяет представить непрерывную функцию f(x), определенную на некотором отрезке {0, T}, в виде суммы бесконечного числа (бесконечного ряда) гармонических функций (синусоид и\или косинусоид) с определёнными амплитудами и фазами, также рассматриваемых на отрезке {0, T}.

Ряды Фурье позволяют изучать периодические функции путем выделения главных гармоник [1]. Разложение функций в сходящийся ряд Фурье нашло практическое применение во многих инженерных расчётах: переменные токи и напряжения, смещения, скорость и ускорение кривошипно-шатунных механизмов и акустические волны. Оно также является математической основой спектрального анализа периодических сигналов.

Немаловажным фактом является то, что при устремлении числа слагаемых частичной суммы к бесконечности среднеквадратическое отклонение от функции из пространства L2([-l;l]), («эль-два» пространства, т.е. совокупности всех вещественных измеримых функций f(x), заданных и суммируемых с квадратом на отрезке [-l,l]), стремится к нулю. Поэтому стоит обратить внимание на исследование частичных сумм. А именно при каком числе слагаемых в частичной сумме значение в определенной точке будет отклоняться от значения функции на конкретную величину. И наоборот, каково будет значение отклонения частичной суммы порядка k в одной или нескольких точках от значений разлагаемой функции в тех же точках, при случайно заданном k.

В работе на основании ряда численных методов [2] разработаны программы, позволяющие дать точечную оценку и оценку среднеквадратической разности между частичной суммой произвольного порядка и раскладываемой функции, а также приводятся алгоритмы нахождения порядка частичных сумм по заданному соответствующему отклонению. Проведены численные эксперименты для непрерывно дифференцируемых функций, кусочно-непрерывных функций и кусочно-монотонных функций. Получено, что число слагаемых, обеспечивающих требуемую точность значения частичной суммы, существенно зависит от гладкости разлагаемой функции.

Список литературы

1. Письменный Д. Конспект лекций по высшей математике. – М., – 2007. – 608с.
2. Колдаев В.Д. Численные методы и программирование. – М., – 2009. – 335с.

Применение нечеткой логики для анализа эффективности инвестиционного портфеля

Руснак В.И.
Научный руководитель — к.э.н. Лунева С.Ю.
МАИ, Москва
rusnak.vladislava.nn@yandex.ru

В условиях динамичного экономического рынка необходимо своевременно реагировать на изменения. Множество специалистов в различных областях работают над тем, чтобы составить максимально рентабельный инвестиционный портфель на каждый момент времени. Зачастую

получение результатов при большом объеме данных занимает существенное количество времени, что может сказаться на оптимальности инвестиционного портфеля. В такой ситуации использование методов основанных на нечеткой логике снижает время и сложность разработки и реализации нового программного продукта, решающего актуальную проблему. При этом сохраняется приемлемый уровень точности вычислений, что является ключевым аспектом в задаче.

Предлагается модель, рассматривающая в качестве исходных данных фиксированную доходность каждой акции конкретной компании и матрицу ковариаций для всех акций, доступных для покупки на рынке. Матрица ковариаций позволяет оценить риски по каждой акции. Результатом решения задачи является набор весов, отражающий долю инвестиционного капитала, которая будет потрачена на те или иные акции.

Для решения задачи используется механизм нечеткого вывода Мамдани. Алгоритм состоит из нескольких этапов, где на входе и выходе имеются количественные значения, а на промежуточных этапах используется аппарат нечеткой логики и теория нечетких множеств. Система Мамдани использует также базу правил в качестве входных данных. Правила состоят из условий и заключений, которые, в свою очередь, являются нечеткими высказываниями. Правила принимают вид <IF “Something_1” AND “Something_2”, THEN “Something_3”>. Такие правила формируются одним или несколькими экспертами в предметной области. Удобство метода в том, что система нечеткого вывода работает по принципу черного ящика, принимая входные данные в виде чисел и возвращая результаты также в виде чисел, не требуя от пользователя разбираться в своем внутреннем устройстве.

Таким образом, благодаря легкой и быстрой разработке системы с нечеткими множествами инвестор сможет своевременно ориентироваться на рынке ценных бумаг.

Повышение корректности статистической обработки результатов контроля деталей машин

Рыковский А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сергей Л.П.
Московский Политех, Москва
8983730@gmail.com

Важным направлением развития современной авиационной техники является получение надежных прогнозов на основе статистического моделирования выходных показателей процесса обработки на базе использования математических законов распределения случайных величин, обладающих удовлетворительной степенью соответствия фактическим распределениям показателей качества изделий.

В качестве таких аппроксимирующих функций в машиностроении принято использовать закон нормального распределения – для выравнивания эмпирических кривых распределения отклонений действительных размеров деталей, а также распределение размахов – для существенно положительных величин.

Практика статистических исследований показывает, что аппроксимация экспериментальных кривых общепринятыми теоретическими законами часто представляется необоснованной, что и подтверждается результатами проведенных исследований.

Представляется целесообразным проводить выравнивание построенных кривых распределения рядом подобранных функций и выбирать ту из них, которая позволяет получить лучшее соответствие модели.

В качестве объекта исследования был выбран роторный агрегат; выполнен анализ точности операций обработки деталей; построены кривые распределения отклонений действительных размеров деталей, оказывающих определяющее влияние на величину функционального зазора статор-ротор.

Прогнозирование производилось на базе статистического анализа результатов замеров контролируемых параметров качества деталей.

В результате теоретических поисков был выделен ряд законов распределения, которые с достаточной точностью аппроксимируют полученные эмпирические кривые, и выявлено, что наиболее корректной аппроксимирующей зависимостью является система функций плотности Пирсона, определяемая решением дифференциального уравнения, постоянные которого могут быть выражены через первые четыре момента распределения, которые оценивались по результатам статистического анализа выборки.

Разработаны алгоритм и структурная схема машинной программы обработки результатов измерений.

На основе машинной обработки результатов замеров оценивалась точность аппроксимации эмпирической кривой рассмотренными теоретическими законами.

Анализ результатов обработки экспериментальных данных подтвердил эффективность предложенной методики.

Возможности и ограничения функционально-параметрического поведенческого моделирования электронных схем по модели «наихудший случай»

Сахарчук В.В., Ильин Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
slavochcagood@mail.ru

Оперативная межфазовая коммуникация играет ключевую роль в определении поведения и взаимодействия структурных подсистем в конструкторских бюро и на серийных заводах.

Анализ практики проектирования и производства на серийных предприятиях показывает, что независимо от уровня и объёма проработки электронных цепей, а также опыта проектировщика большинство проблем и коллизий, связанных с воспроизводимостью характеристик и параметров массово изготавливаемых изделий, возникает именно на ранних фазах.

Для локализации и поэтапного устранения коллизий все локальные процессы проектирования должны быть согласованы и связаны между собой единым информационным пространством многоуровневым поведенческим сценарием вариативного моделирования. Такой сценарий позволяет оперативно вносить изменения в процесс проектирования и аккумулировать тактические сигнатуры с целью последовательной коррекции параметров качества электронного изделий с учётом известных и вероятных отклонений используемых компонентов, а также особенностей топологических и формообразующих процессов уже на стадии виртуальных испытаний.

Процесс вариативного моделирования случайного разброса номиналов и паразитных составляющих электронных компонентов, необходимый для формирования целостного отклика проектируемого устройства при его реализации в серийном производстве, как правило, осуществляется с помощью программных симуляторов на основе типовых статистических распределений: нормального, равномерного и т.н. «наихудшего случая», при котором параметры модели принимают максимально возможный разброс. Для проектировщиков и технологов электронной аппаратуры именно анализ «наихудшего случая» является наиболее интересным, однако его достоверность существенно зависит от количества испытаний. При этом доля значимых изменений (отклонений параметра) в большом объёме испытаний может быть меньше 50%. Требование большого объёма виртуальных испытаний и при этом существенная потеря информативности является прямым следствием того, что даже в простом аналоговом или аналого-цифровом узле, охваченном обратными связями, один электронный компонент влияет сразу на несколько параметров, нарушая типовой постулат размерных цепей: одна цепь – один параметр. Это происходит, с одной стороны, вследствие возникновения случайного отклонения номинала компонента, как в положительную, так и в отрицательную сторону, а с другой – в связи с использованием «взаимообратных» компонентов, таких как катушка индуктивности и конденсатор, а также возможности взаимной компенсации отклонений благодаря определённой схемотехнической и функциональной реализации. Наглядным примером такой компенсации является простейший пассивный фильтр нижних частот (ФНЧ), в котором случайное уменьшение ёмкости конденсатора компенсируется таким же случайным увеличением индуктивности катушки, и, в конечном счёте, такой параметр как частота среза остаётся неизменным. В аналогичном активном ФНЧ, помимо рассмотренной компенсации частоты среза, при взаимообратном случайном разбросе сопротивлений на входе и в обратной связи операционного усилителя обеспечивается стабильность коэффициента усиления по напряжению. Безусловно, для выполнения требования удержания параметров электронного устройства в заданных диапазонах проектировщику необходимо заранее закладывать компоненты, обеспечивающие требуемое направление изменения номинала или допуска, что далеко не всегда осуществимо на практике.

Объем виртуальных испытаний в формате «наихудший случай» можно описать следующим аналитическим выражением: $N=(1+2^{P})^{T}$, где N – количество вариантов, P – количество варьируемых параметров компонента (в том числе паразитных) и T – количество компонентов в схеме.

Уже при шести электронных компонентах полнофакторный анализ потребует 729 испытаний для выявления сигнатуры влияния, и это при том, что изменяться будет только один параметр каждого элемента (например, разброс номинала). При попытке моделирования влияния двух параметров (разброса номинала и влияния топологии) объем испытаний возрастёт до 15625, а при введении трёх параметров (разброс номинала, влияние топологии, влияние монтажа и пайки) количество вариантов составит 531441. Такое количество итераций существенно превышает порог допустимых возможностей современных САПР, ограниченный, как правило, 15000.

Таким образом, крайне актуальной и перспективной является разработка структурированной методологии «написания сценария» виртуальных испытаний, а также алгоритмов управления процессом генерации допусков и отклонений и алгоритмов «сортировки» вариантов итераций, не приводящих к дестабилизации анализируемого параметра или совокупности параметров.

Модификации метода множителей Лагранжа для математического моделирования контактного взаимодействия деформируемых твердых тел

Соломенцева П.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Лукин В.В.
ИПМ имени М. В. Келдыша РАН, Москва
gliznutsinapv@gmail.com

Моделирование контактного взаимодействия является важным этапом многих задач механики сплошных сред, например при разработке деталей механизмов или оценке прочности конструкции.

Контактные задачи сложны для математического моделирования, поскольку прямой учет контактных условий на поверхности тел почти всегда не представляется возможным. В таком случае применяют дополнительные методы, например метод множителей Лагранжа [1], метод штрафов [1] или альтернирующий метод Шварца [2]. В то же время вряд ли можно говорить о существовании универсального метода численного решения задачи механического контакта.

Метод Лагранжа для учета условий механического контакта предполагает добавление в функционал энергии интеграла по контактной поверхности от произведения функции зазора между телами и функции Лагранжа [3]. Многие классические методы основаны на том, что выбирается одно контактирующее тело (активное), по границе конечноэлементной сетки которого берется этот интеграл, а на втором теле (пассивное) используются лишь соответствующие (сходственные) точки. Однако такой выбор является искусственным и, как правило, случайным.

В данной работе использован иной подход. Он позволяет отойти от определений “активное” и “пассивное” тело, оба тела являются равнозначными. Подход заключаеся в построении независимой контактной границы – средней линии, по которой в дальнейшем и берется интеграл. Кроме того, такой метод позволяет произвольно выбирать способ и точность аппроксимации множителей Лагранжа.

В рамках работы проведены расчеты для задач контакта двух тел с условием скольжения без трения, в том числе и тестовый расчет с нетривиальной границей контакта. Создан программный комплекс с конечными элементами первого и второго порядка с возможностью переключения. Метод вполне оправдывает себя, однако имеется набор варьируемых параметров, которые надо подбирать отдельно для каждого случая моделирования. К тому же есть проблема некоторой немонотонности напряжений на границе контакта.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-01-00252, проект № 18-31-20020).

Список литературы

1. Wriggers P. Computational Contact Mechanics. Springer, 2006. 521 p.

2. Цвик Л.Б. Принцип поочередности в задачах о сопряжении и контакте твердых деформируемых тел // Прикладная механика. 1980. Т. 16. № 1. С. 1318.

3. Галанин М.П., Глизнуцина П.В., Лукин В.В., Родин А.С. Варианты реализации метода множителей Лагранжа для решения двумерных контактных задач // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2015. N 89. – 27 с.

Анализ напряженно-деформированного состояния элерона из полимерных композиционных материалов с применением метода конечных элементов

Стрекоз А.В.
Научный руководитель — Ледовских И.В.
МАИ, Таганрог
amiuskiy@gmail.com

Применение композиционных материалов в современной авиации требует уже на ранних стадиях проектирования тесного сотрудничества конструкторов, расчетчиков-прочнистов и технологов. Это объясняется прежде всего анизотропностью (в общем случае) свойств композиционных материалов. Оптимизация по весу агрегатов и деталей из ПКМ – сложная многопараметрическая задача:

• выбора материала с заданными свойствами,

• формирования сэндвич-пакета с ориентацией монослоев, в соответствии с полями тензоров главных потоков,

• обеспечения статической прочности и анализа потери устойчивости,

• выбора и разработки технологического процесса и т.д., и т. п.

В работе представлен анализ напряженно-деформированного (НДС) состояния одного из агрегатов летательного аппарата (ЛА)на этапе модификации действующей конструкции согласно принятому решению о замене материалов металлических полимерно-композиционными.

Расчет НДС выполнен в системе программных продуктов MSC. Software на этапе выпуска рабочей конструкторской документации (РКД). Получены положительные избытки прочности с применением критериев разрушения для ПКМ. по линейно статическому анализу, анализу с учетом геометрической нелинейности и анализу на потерю устойчивости. НДС получен для полетных случаев нагружения и стояночных случаев нагружения (действие ветровой нагрузки).

Разработана программа статических испытаний элерона в составе планера ЛА, программа испытания образцов на подтверждение физических свойств ПКМ, и определения предельно допускаемых напряжений с учетом температуры и влагонасыщения. Предполагается продолжение данной работы в плане сопровождения анализом НДС по МКЭ на этапе испытания образцов, статических и ресурсных испытаний.

Список литературы

1. Авиаконструкция из композиционных материалов (проект). Рекомендательный циркуляр РЦ ПКМ1-(107В), 2011 г.
2. Оценка допустимости повреждения и усталостной прочности конструкции (проект). Рекомендательный циркуляр РЦ-АП25.571-1А. 2008 г.
3. АП 25.307 Доказательство прочности.
4. Ап 25.303 Прочность и деформации.
5. АП 25.651 Испытание на прочность.
6. Руководство по порядку и процедурам определения соответствия полимерных композиционных материалов, используемых в конструкции воздушного судна, требованиям п. 613 Авиационных правил (АП25, 25, 27, 29) Проект. 2013 г.
7. Расчетные условия прочности крыла и оперения из полимерных композиционных материалов самолета МС-21. ЦАГИ. 2011 г.

Применение капсульных нейронных сетей в задаче классификации звуковых образов

Сухарев А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Зайцев В.Е.
МАИ, Москва
andreisukharev@gmail.com

Математические модели, основанные на глубоких искусственных нейронных сетях, получили широкое распространение при решении самых различных задач распознавания и обработки графических и звуковых образов. Лучшие на сегодняшний день результаты в таких задачах, как классификация и сегментация изображений, распознавание речи достигаются при помощи сверточных и рекуррентных сетей [1] [2].

В 2017 году Джеффри Хинтон, один из основоположников развития современных искусственных нейронных сетей, опубликовал статью [3], в которой описал новую архитектуру – капсульные нейронные сети, которая призвана устранить недостатки классических сверточных сетей, такие как невозможность учитывать пространственные иерархии между простыми и сложными объектами. Это

выражается в том, что для получения высокого качества модели требуется создать обучающую выборку, в которой содержатся размеченные образы в большом количестве ракурсов с небольшими изменениями, что требует проведения серьезных подготовительных работ, а также может привести к “переобучению” модели. Так называемые капсулы, которые лежат в основе архитектуры, позволяют учитывать преобразования объекта в пространстве, тем самым снижают требования к обучающей выборке.

В исходной работе описывается применение нейронной сети к задаче классификации рукописных изображений MNIST. Однако, поскольку похожие архитектуры успешно использовались для решения задач обработки изображений, возникает вопрос: может ли глубокая нейронная сеть с использованием капсул улучшить результаты в задаче классификации звуковых образов.

Для ответа на этот вопрос была построена нейронная сеть, состоящая из следующих слоев: Batch Normalization, двухсторонняя долгая краткосрочная память (LSTM), Dropout, слой из капсул, а также полносвязный слой. Из исходных звуковых сигналов извлекались мел-частотные кепстральные коэффициенты с размером окна 40 миллисекунд и дополнительными слоями из дельта-коэффициентов. Затем были проведены вычислительные эксперименты на нескольких публичных наборах звуковых данных: IEMOCAP, VCTK и Urban8K с использованием предложенной гибридной капсульной архитектуры, а также сверточной и рекуррентной для сравнения.В ходе экспериментов предложенная модель показала наилучшие результаты, улучшив метрику точности на несколько процентов относительно сверточной и рекуррентной сети.

Несмотря на то, что капсульные сети хорошо показывают себя при решении типовых задач, их программная реализация все еще является не очень эффективной, из-за чего их применимость в крупномасштабных задачах пока под вопросом.

Список литературы

1. Zhang X. et al. Shufflenet: An extremely efficient convolutional neural network for mobile devices //Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2018. – С. 6848-6856.

2. Zhang Y. et al. Towards end-to-end speech recognition with deep convolutional neural networks //arXiv preprint arXiv:1701.02720. – 2017.

3. Sabour S., Frosst N., Hinton G. E. Dynamic routing between capsules //Advances in neural information processing systems. – 2017. – С. 3856-3866.

Тепловой расчет усилителя СВЧ-мощности в среде Comsol Multiphysics

Харламов Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жуков А.В.
МАИ, Москва
kharl-evg@mail.ru

Одним из составляющих элементов фазированной антенной решетки является каскад усилителей. Основной причиной выхода из строя усилителей, а как следствие и самой ФАР/АФАР является перегрев,т.е. нарушения в тепловом режиме устройства. Из-за неидеальности КПД, элементной базы большая часть поступающей мощности рассеивается в виде тепловой мощности.

Представлен тепловой анализ теплового режима СВЧ–усилителя, рассмотрены разные варианты систем обеспечения теплового режима.

Необходимо отметить, что конструктор в ходе проектирования ограничен следующими требованиями:

1) ограничения по массогабаритным параметрам;

2) ограничения в технологиях изготовления отдельных узлов, деталей, операций;

3) минимальный набор материалов.

Примение сред численного моделирования позволяет сократить время разработки устройств, рассмотреть различные параметры и комбинации, провести анализ конструкций. Все это позволяет определить оптимальный вариант, который будет соответствовать требованиям ТЗ.

В ходе исследования были рассмотрены следующие возможные варианты охлаждения:

1) естественная конвекция;

2) радиатор охлаждения;

3) тепловая труба.

Среда численного моделирования Comsol Multiphysics имеет широкий функционал и позволяет проводить последовательный и одновременный анализ различных физических процессов, происходящих в системе. Доступ к средствам COMSOL Multiphysics осуществляется через гибкий

графический интерфейс пользователя (GUI) или программирование сценариев на языках Java или MATLAB.

Используя физические интерфейсы, можно выполнить следующие типы исследований:

• Стационарные и эволюционные (зависящие от времени) исследования;

• Линейные и нелинейные исследования;

• Исследование собственной частоты, модальное, а также частотного отклика.

Моделирование может проводиться в физической и математических постановках.

Решение задачи обеспечения было разбито на несколько этапов:

1) определена геометрическая модель устройства;

2) выбраны необходимые для данного исследования физические модули анализа;

3) заданы граничные условия исходя из заданных ТЗ ограничений;

4) построена расчетная сетка;

5) проведен анализ результатов и сделаны выводы.

Результаты моделирования представляются в виде распределения температурного поля и указания максимально нагретых участков модели. Это позволяет определить эффективность выбранной системы охлаждений. Меняя различные параметры. можно качественно проследить их влияние на систему.

Исследование влияния конструктивных особенностей системы газодинамического склонения на ее функционирование

Хромов А.С.
Научный руководитель — Выбрик М.Е.
ТулГУ, Тула
aleksey.khromov@inbox.ru

Возможности вычислительной техники достигли весьма высокого уровня, что позволяет решать классические задачи, возникающие перед инженером-проектировщиком, применяя совершенно новые методики расчетов. Ранее проектировочные расчеты любой конструкции, как правило, сводились к решению систем уравнений, полученных аналитическим либо эмпирическим путем. При этом учесть все явления, сопровождающие функционирование проектируемого элемента в составе изделия, не представлялось возможным. С появлением и последующим широким распространением численного эксперимента эта задача становится вполне решаемой. В данной работе рассматривается вопрос влияния конструктивных особенностей системы газодинамического склонения на базе газовых рулей на ее функционирование.

На этапе экспериментальной отработки обнаружено, что эффективность работы системы склонения значительно ниже заложенной на этапе проектирования. В частности, величина управляющего усилия, полученная в ходе экспериментов, оказалась на 40-50% ниже расчетной во всем диапазоне углов отклонения, а также проявлялась нелинейность изменения управляющего усилия в зависимости от угла отклонения газового руля.

В целях определения причин данных явлений проведено моделирование газодинамических процессов, возникающих во время функционирования системы склонения, при помощи программного комплекса SolidWorks. В ходе моделирования выявлено, что при малых углах отклонения газового руля, когда его передняя кромка находится в непосредственной близости к срезу сопла, формирование скачка уплотнения происходит на выходной кромке сопла. Это приводит к возникновению своеобразной «мертвой зоны» – в диапазоне углов отклонения от 1˚ до 4˚, в которой управляющее усилие практически не изменяется. При дальнейшем увеличении угла отклонения данный эффект пропадает, но из-за перепада в уровне кромок выходного сечения сопла и тепловой защиты силовой рамы системы склонения возникают газодинамические потери, вызывающие снижение скоростного напора потока продуктов сгорания. Данный эффект приводит к снижению величины управляющего усилия, что подтверждается результатами численного и натурного экспериментов.

Также при помощи численного моделирования подтверждена теория о том, что значительная нелинейность управляющего усилия в процессе работы системы склонения вызвана эрозионным уносом материала газовых рулей.

Полученные в ходе проделанной работы результаты использованы для уточнения математической модели, описывающей полет зенитной управляемой ракеты, с применением рассматриваемой системы склонения, также для уточнения существующих методик проектирования систем склонения на базе газовых рулей.

О математическом моделировании теплообмена для подбора параметров технологических процессов прецизионной лазерной резки пластин

Челышев А.А., Князев А.А., Молотков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Третьякова О.Н.
МАИ, Москва
seltor.cool@gmail.com

Прецизионная резка металла – это раскрой листового материала с высокой точностью. Применение прецизионной резки позволяет сразу, минуя стадию заготовки, получить готовую деталь. Говоря о прецизионной резке, выделяют в первую очередь лазерную резку [1,2]. Этот способ позволяет с высокой точностью резать сталь, нержавеющую сталь, цветные металлы, пластик, стекло и керамику толщиной от 0,05 до 5 мм, с точностью до 0,05 мм и получить минимальную ширину реза 0,1-0,15 мм. Без большой точности можно резать материалы толщиной до 10 мм.

Математическому моделированию сложного теплообмена для разработки различных технологий посвящены, например, статьи [3–5]. В данной работе перед нами стояла задача смоделировать процесс теплообмена для подбора оптимальных параметров резки -лазерного разделения пластины на чипы (микросхемы). Для этого была составлена программа расчёта интенсивности лазерного излучения, в которой пользователю предоставлена возможность выбора материала пластинки и задания мощности лазера. Получив входные данные, программа рассчитывает и выводит все области разбиения с указанием их координат, радиуса, относительно центра заданного пятна, и интенсивности лазерного излучения. Эти значения интенсивности требуются нам для математического моделирования процесса теплообмена. Для этого мы использовали программу ANSYS. Пользуясь функциями программы, задавали геометрические характеристики пластины: размеры и толщина, а также физические свойства материала: коэффициент теплопроводности, плотность, переменная удельная теплоёмкость, зависящая от температуры пластин из кремния и сапфира. Дальше, разбив пятно на области (ячейки) относительно его диаметра (в нашем случае диаметр делился на 5, и получалось пятно размером 5x5 ячеек) и внеся в них значения интенсивности, мы запускали программу решения трехмерной краевой задачи теплопроводности со следующими граничными условиями: на верхней границе задана плотность радиационного теплового потока лазерного излучения q = const, остальные границы теплоизолированы (граничные условия второго рода q = 0) и получали значения температур в разных областях пластинки.

Также нами была смоделирована обратная задача, суть которой в том, чтобы на заданном расстоянии от центра пятна (в данном случае 100 мкм) температура поверхности пластинки не превышала требуемой. Поскольку существует ограничение по температуре в технологическом процессе лазерной резки, связанное с необходимостью обеспечения заданного качества чипов, полученных в результате резки, при невыполнении данного условия нами изменялись параметры модели (мощность лазера) и производился перерасчет.

В результате проделанной работы, с помощью модели теплообмена и модели обратной к ней задачи, мы получили искомые параметры технологических процессов прецизионной лазерной резки пластин из кремния и сапфира, в данном случае оптимальную мощность лазера.

Список литературы

1. Кондратенко В.С., Третьякова О.Н. Проблемы создания новых лазерных технологий. Монография. - М.: Изд-во МАИ, 2018. -160с.

2. Иванов В. И., Кондратенко В. С. Современные методы и оборудование для резки приборных пластин на кристаллы (обзор) // Успехи прикладной физики. 2018. Т. 6. №2. С. 174-183.

3. Лебёдкин И. Ф., Молотков А. А., Третьякова О. Н. Математическое моделирование сложного теплообмена при разработке лазерных SLM-технологий // Труды МАИ. Электронный журнал, ISSN: 1727-6924, № 101, 2018.

4. Кондратенко В.С., Высоканов А.А,. Сакуненко А.Ю, Третьякова О.Н., Молотков А.А, Тикменов В.Н Разработка металлогибридного термоинтерфейса: экспериментальное исследование и математическое моделирование // Успехи прикладной физики, 2018, №2. С. 166-173.

5. Виноградов В.С., Третьякова О.Н., Хакимов Д.В. Математическое моделирование радиационно-кондуктивного теплообмена в плоском слое поглощающей и рассеивающей среды // Труды МАИ. Электронный журнал, ISSN: 1727-6924, №30, 2008.

Оптимальное планирование эксперимента для оценки модельных констант

Щербаков В.С.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Любецкая С.Н.
МАИ, Москва
vasia.punk.rok@gmail.com

С развитием вычислительной техники все большее развитие получают методы математического и численного моделирования в разных областях науки и техники. Создание, изучение таких моделей и оценка их констант – актуальная задача статистического анализа.

Планирование эксперимента с критерием ортогональности, как правило, сокращает объем проводимых опытов без потери в точности и надежности получаемых числовых характеристик и прогнозов. Но для работы с математическими моделями можно использовать планы очень большого объема без экономических потерь, получая при этом более точные характеристики с той же надежностью. Так, после численной реализации оптимального плана на модели можно получить хорошие оценки ведущих констант.

В данной работе оптимальное многофакторное планирование эксперимента второго порядка используется для решения такой задачи. Использованы планы второго порядка, как ортогональные, так и ротатабельные, для реализации их сначала на модели с двумя и тремя факторами, а затем с четырьмя факторами. При этом число опытов без повторных, с опытом в центре плана, для четырех факторов составляет минимум 29 (это число двукратно увеличивалось для получения большей точности). Так, реализовано четыре плана, проведен регрессионный анализ всех результатов и получены адекватные уравнения регрессии второй степени со взаимодействиями.

По этим результатам проведен численный эксперимент: вычисление значений сложной функции с 3 переменными, которые описаны полученными уравнениями регрессии (то есть 9 переменных). Результаты соответствуют критерию надежности.

Аналитическое и численное исследование устойчивости коллинеарной точки либрации фотогравитационной задачи трёх тел

Авдюшкин А.Н.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Бардин Б.С.
МАИ, Москва
79261615884@ya.ru

Рассматривается движение тела, под действием двух других тел (притягивающих центров), взаимодействующих по закону всемирного тяготения и движущихся в одной плоскости вокруг их общего центра масс по известным эллиптическим орбитам. Тело обладает настолько малой массой, что не оказывает влияния на движение притягивающих центров. Предполагается, что тело движется в плоскости орбит притягивающих центров, со стороны которых помимо сил гравитационного притяжения на него могут действовать также репульсивные силы светового давления. Такая постановка носит название плоской эллиптической ограниченной фотогравитационной задачи трёх тел.

Уравнения движения третьего тела допускают частное решение, отвечающее движению тела, при котором оно находится на отрезке между притягивающими центрами, в так называемой коллинеарной точке либрации L2. Целью работы является аналитическое и численное исследование устойчивости коллинеарной точки либрации L2. Вопрос о существовании и устойчивости коллинеарных точек либрации в линейном приближении численно исследовался в [1, 2]. В рамках фотогравитационной задачи Ситникова, т.е. при условии равных масс и интенсивности излучения массивных тел, численное и аналитическое исследование устойчивости L2 проводилось ранее в [3, 4].

Уравнения движения тела получены в гамильтоновой форме. Их правые части зависят от следующих параметров: эксцентриситет орбит, отношение масс притягивающих центров и коэффициенты редукции масс, характеризующие интенсивность излучения притягивающих тел. На основании анализа линеаризованной системы уравнений возмещенного движения получены строгие выводы о неустойчивости и выводы об устойчивости в линейном приближении. При малых значениях эксцентриситета методом Депри–Хори линейная система была приведена к нормальной форме, а затем из условия ее устойчивости были найдены явные выражения, определяющие границы областей неустойчивости и устойчивости в линейном приближении. Для произвольных значений эксцентриситета исследование проводилось на основе численного анализа корней характеристического уравнения линеаризованной системы.

Результаты данной работы получены в Московском авиационном институте (Национальном исследовательском университете) в рамках выполнения государственного задания (проект № 3.3858.2017/4.6).

Список литературы

1. Тхай В.Н., Зимовщиков А.С. О возможности существования облачных скоплений микрочастиц в точках либрации двойной звезды. // Астрон. ж. 2009. Т. 86. № 6. С. 598-606.

2. Зимовщиков А.С., Тхай В.Н. Диаграммы устойчивости для гетерогенного ансамбля частиц в коллинеарных точках либрации фотогравитационной задачи трех тел. // ПММ. 2010. Т. 74. № 2. С. 221-229.

3. Бардин Б.С., Авдюшкин А.Н. Исследование устойчивости коллинеарной точки либрации в одном частном случае ограниченной фотогравитационной задачи трёх тел. // LIV Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физики плазмы и оптоэлектроники. Тезисы докладов – М. Изд-во РУДН, 2018, С. 151-155.

4. Авдюшкин А.Н., Бардин Б.С. Об устойчивости положения равновесия в фотогравитационной задаче Ситникова // 17-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2018». 19–23 ноября 2018 года. Москва. Тезисы. – Типография «Люксор», 2018, С. 418-419.

Исследование бифуркации и построение периодических движений симметричного спутника, рождающихся из его конической прецессии

Антипов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Бардин Б.С.
МАИ, Москва
antipant@mail.ru

Для исследования движения космического аппарата (КА) относительно центра масс часто используется модель, в рамках которой КА предполагается твердым телом, центр масс которого движется по эллиптической орбите. Известно, что если КА является динамически симметричным твердым телом, а орбита его центра масс круговая, то в рамках данной модели уравнения движения допускают частные решения, описывающие стационарные движения КА, являющиеся конической, цилиндрической или гиперболоидальной прецессиями. На эллиптической орбите коническая и гиперболоидальная прецессии переходят в периодические движения.

В данной работе исследуется задача об аналитическом построении периодических движений КА, рождающихся из его конической прецессии, при малых значениях эксцентриситета орбиты. В указанной задаче имеется два параметра: отношение моментов инерции КА и угол нутации (угол между осью динамической симметрии КА и нормалью к плоскости орбиты). Предполагается, что параметры задачи соответствуют случаю внешнего резонанса. Исследование выполняется на основе метода малого параметра при помощи алгоритма, разработанного в [1,2]. Один частный случай данной задачи, когда отношение моментов инерции фиксировано и равно 2/3, был рассмотрен ранее в [3]. В данной работе исследуется другой частный случай, когда не накладывается ограничение на отношение моментов инерции, а угол нутации постоянен и равен □/4. Получены приближенные аналитические выражения, описывающие указанные периодически движения. Исследованы условия, при которых имеет место бифуркация (ветвление) этих движений. В пространстве параметров задачи получено аналитическое выражение бифуркационной поверхности. В системе аналитических вычислений Maple 15 разработано программное обеспечение, позволяющее аналитически находить периодические движения в виде рядов по степеням эксцентриситета, а также строить бифуркационные множества.

Результаты данной работы получены в Московском авиационном институте (Национальном исследовательском университете) в рамках выполнения государственного задания (проект № 3.3858.2017/4.6).

Список литературы

1. Бардин Б.С. О ветвлении периодических решений системы, близкой к системе Ляпунова // ПММ. 1999. Т.63. № 4. С. 538—547.
2. Бардин Б.С. Периодические решения систем близких к системам Ляпунова. М: Изд-во МАИ. 2005. – 60с.
3. Антипов А.А. О бифуркации периодических движений симметричного спутника, рождающихся из его конической прецессии. // Сборник тезисов 17-й международной конференции «Авиация и космонавтика». 2018. С. 419.

О влиянии высокочастотных вибраций точки подвеса на динамику подвешенного твёрдого тела

Беличенко М.В.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Холостова О.В.
МАИ, Москва
tuzemec1@rambler.ru

Впервые задача о движении твёрдого тела с вибрирующей точкой подвеса была рассмотрена А. Стефенсоном в 1908 году. Им была показана возможность стабилизации верхнего положения математического маятника с вибрирующей вдоль вертикали точкой подвеса. В дальнейшем исследовалось движение маятника при иных случаях вибраций точки подвеса, движение тел более сложной геометрии масс тела. В 2008 году А. П. Маркеевым была получена система приближенных автономных уравнений движения тела с вибрирующей точкой подвеса, где влияние высокочастотных вибраций представляется в виде дополнительного потенциального вибрационного момента. В рамках этой приближенной системы уже проведено множество исследований, посвящённых вопросам существования и устойчивости различных типов движения. Цель данной работы – описание действия вибрационного момента и описание общего случая вибраций точки подвеса.

Получено, что в общем случае вибрацию точки подвеса можно описать как движение точки по эллипсу. Вибрационных параметров при этом получается четыре. Два из них отражают интенсивность вибраций, то есть величину главных полуосей эллипса, а два других описывают его наклон в трёхмерном пространстве относительно вертикали.

На примере твёрдых тел от математического маятника до тела с центром масс на главной оси инерции и в главной плоскости инерции проиллюстрировано влияние вибраций точки подвеса от простейшей вибрации вдоль прямой до трёхмерных вибраций. Показано, что вибрационный момент можно представить как сумму двух моментов, один из которых стремится повернуть центр масс тела к оси наибольшей интенсивности вибраций, а другой поворачивает тело относительно оси, содержащей центр масс тела.

Течения ньютоновской и неньютоновской жидкостей в узких каналах конфузорной и диффузорной формы в условиях невесомости

Волков Е.В.
Научный руководитель — профессор, к.ф-м.н. Пунтус А.А.
МАИ, Москва
evvolkov94@mail.ru

В данной работе численно изучается задача Джеффри–Гамеля о течении вязкой несжимаемой жидкости с малыми углами раствора в диффузоре и конфузоре для разных чисел Рейнольдса в обобщенной постановке, то есть без ограничений на существование несимметричных течений. Независимо от того, что первые известные решения задачи о стационарных течениях в диффузоре (конфузоре) были независимо получены еще около ста лет тому назад Джеффри и Гамелем. Задача остается интересной и сейчас тем, что детали перехода ламинарного течения вязкой несжимаемой жидкости в диффузоре (конфузоре) от симметричного стационарного режима к несимметричному стационарному и нестационарному режимам течения до настоящего времени хорошо не изучены.

Рассматривалась задача о ламинарном течении для ньютоновской (n=1), псевдопластичной (n<1) и дилатантной (n>1) жидкостей со степенным законом Оствальда-де Ваале для вязкости.

Целью работы было моделирование задачи на основе численного решения системы двумерных уравнений Навье – Стокса для несжимаемой вязкой жидкости. При моделировании используется консервативная схема второго порядка с подробной неравномерной сеткой и контролем точности на каждом шаге по времени. Компьютерное моделирование ламинарного течения ньютоновских и неньютоновских вязких несжимаемых жидкостей. проводилось с использованием дивергентного метода контрольных объемов. На твердых границах задавалось условие прилипания.

В работе показан характер смены режимов течения в диффузоре (конфузоре) от симметричного стационарного к несимметричному стационарному и затем к нестационарному несимметричному в зависимости от числа Рейнольдса. Найдены для данных типов жидкости значения диапазонов чисел Рейнольдса существования данных режимов течений жидкостей.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что в рассмотренном диапазоне чисел Рейнольдса в плоском конфузоре были выявлены только стационарные и симметричные течения. Стационарного режима с несимметричной структурой течения не наблюдается. А в плоском диффузоре для псевдопластичной, ньютоновской и дилатантной жидкостей в плоском диффузоре численно показан диапазон существования стационарных симметричных, стационарных несимметричных и нестационарных несимметричных режимов течения и выявлены их разница в грани перехода.

Литература

Федюшкин А.И. Переход течений вязкой несжимаемой жидкости в плоском диффузоре от симметричного к несимметричному и к нестационарному режимам. // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2016. Т. 17. №3. С.7

Периодические решения для квазилинейного уравнения Эйлера–Бернулли

Гачегов Р.В.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Рудаков И.А.
МАИ, Москва
roma.gachegov@yandex.ru

Квазилинейные дифференциальные уравнения применяются для математического моделирования физических, экономических, химических процессов. Если в дифференциальных уравнениях,

описывающих колебательные процессы, правая часть (соответствующая внешней силе) периодична по времени, то естественным образом возникает задача о существовании периодических по времени решений.

В данной работе рассматривается задача о периодических решениях для квазилинейного уравнения Эйлера–Бернулли с однородными граничными условиями. Рассматриваемая задача является математической моделью нелинейных колебаний стержня, способного сопротивляться изгибу, двутавровой балки, а также проводов [1], [2]. Граничные условия соответствуют случаю, когда балка шарнирно оперта на левом и правом концах.

В ранних работах [4]-[7] рассматривались случаи, когда либо правая часть достаточно мала [4] и доказывалось существование периодических решений малой амплитуды, либо нелинейное слагаемое удовлетворяло условию нерезонансности на бесконечности [7], либо когда в уравнении отсутствует слагаемое, содержащее вторую производную по пространственной переменной [5], [6].

В нашей работе рассматривается резонансный случай в том смысле, что нелинейное слагаемое является суммой линейной и ограниченной функций. При этом коэффициент линейной функции совпадает с собственным значением дифференциального оператора, входящего в рассматриваемое уравнение. Приводится пример, показывающий, что в этом случае поставленная задача может иметь решения не при всех правых частях. Получены условия на правую часть, при которых поставленная задача имеет решения. Для доказательства гладкости решений исследуются на сходимость соответствующие двойные ряды Фурье, а доказательство основной теоремы применяет методы малого параметра [3], монотонности, компактности и опирается на принцип Лере–Шаудера о неподвижной точке.

Список литературы

1. Ванько В.И. О собственных частотах колебаний проводов воздушных ЛЭП//Известия вузов. 1987. № 8. С. 48-56.

2. Коллатц Л. Задачи на собственные значения. – М.: Наука, 1968.–503 с.

3. Brezis H., L. Nirenberg. Characterizations of the ranges of some nonlinear operators and applications to boundary value problems//Ann. Scuola Norm. Sup. Pisa.1978.-V. 5, № 2 P. 225-325.

4. Yamaguchi M. Existence of periodic solutions of second order nonlinear evolution equations and applications, Funkcialaj Ekvacioj//1995, V. 38, 519-538.

5. Rudakov I.A. Periodic Solutions of the Quasilinear Beam Vibration Equation With Homogeneous Boundary Conditions//Differential equations. 2012 V. 48 № 6 P. 1-12

6. Rudakov I.A. Periodic solutions of the quasilinear equation of forced beam vibration with homogeneous boundary conditions//Izvestiya: Mathematics. 2015 V. 79 N 5 P. 1064-1086. DOI 10.1070/IM2015v079n05ABEH002772.

7. Рудаков И.А., Романенко Е. В. Периодические решения не малой амплитуды квазилинейного уравнения колебаний двутавровой балки// Современные информационные технологии и АТ-образование. 2018. Т. 14. № 3. С. 638-644.

Солитоны и хаос в модели Бенджамина – Уизема

Геворгян А.А., Омельчук Д.С.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Кулагин Н.Е.
МАИ, Москва
anulik2810@gmail.com

Рассматривается распространение акустических волн в упругих трубах, заполненных сжимаемой жидкостью. Малость относительных изменений поперечного сечения трубы на характерных масштабах длины и длительности возмущений позволяет воспользоваться гидравлическим приближением для описания движения жидкости при малых деформациях оболочки. Данная задача приближенно описывается нелинейным уравнением Бенджамина – Уизема.

В работе были получены следующие результаты:

• Показано, что в системе могут существовать только симметричные солитоноподобные решения, причём существовать они могут лишь при определенных значениях параметра системы;

• Неаналитичность гамильтониана при близких к нулю скоростях привела к существованию финитных импульсов (солитонов), т.е. решений, обращающихся в нуль вне некоторого конечного пространственного интервала, которые и были построены;

• Построены как односолитонные решения (имеющие один локальный максимум), так и двухсолитонные (имеющие два максимума);

• Построены периодические решения как гиперболического, так и эллиптического типа;

• Для гиперболических периодических решений построены гомо- и гетероклинические траектории;

• В фазовом пространстве динамической системы найдены области с регулярным поведением траекторий (островки устойчивости) и области стохастизации, т.е. возникновения решений хаотического поведения;

• Проведены работы по построению ветвей параметра системы, на которых существуют локализованные решения, т.е. линий существования солитонов при отличных от нуля скоростях волн;

• Исследовалось поведение отмеченных выше решений в динамике, и были сделаны соответствующие выводы;

• На плоскости параметров системы были получены кривые существования солитонов различных типов. Кривые были построены методом продолжения по параметру.

О предельных скоростях в магнитных наноструктурах

Гридасова А.А.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Кулагин Н.Е.
МАИ, Москва
rrafnhildr@gmail.com

В последние годы возник интерес к сложным магнитным наноструктурам, в которых существуют топологическинетривиальные неоднородности с характерными масштабами порядка нанометров, такие как магнитные вихри и доменные стенки. Это связано с возможностью их применения для создания нового поколения систем записи и обработки информации [1].

Имеется большое количество работ, посвященных исследованию статических и динамических свойств доменных стенок. Тем не менее, динамика доменных стенок с немалой скоростью, что, в конечном счете, определяет быстродействие устройств, не исследована [2].

В качестве модели для описания магнитных неоднородностей в работе используется уравнение Ландау–Лившица для волн стационарного профиля. В этом случае уравнение Ландау–Лившица представляет собой динамическую систему с двумя степенями свободы, которой в терминах механики отвечает задача о движении частицы по единичной сфере. При такой интерпретации магнитным неоднородностям отвечают гомо- и гетероклинические траектории особых точек, а предельная скорость является точкой бифуркации таких траекторий. Исследуемая система является гамильтоновой. Кроме того, в одном предельном случае она является еще и интегрируемой.

В работе построены и изучены семейства решений, отвечающих доменным стенкам в зависимости от параметров магнитной, и определены их предельные скорости. Построены зависимости, определяющие связь между энергией доменной стенки и ее импульсом при изменении скорости движения доменной стенки.

1. O.A Tretiakov, Y Liu, A Abanov Domain-Wall Dynamics in Transla-tionally Nonivariant Nanowires: Theory and Applications // Physical Review Letters 108 (24), 247201 (2012).

2. N. E. Kulagin, A. F. Popkov, A. K. Zvezdin, S. V. Soloviov, SPA-TIALLY MODULATED ANTIFERROMAGNETIC STRUCTURES IN MULTIFERROIC WITH BIAXIAL ANISOTROPY, Solid State Phe-nomena Vol. 190 (2012) pp 285-288.

Счетная разрешимость квазилинейного уравнения колебаний двутавровой балки

Китаев Л.Л.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Рудаков И.А.
МАИ, Москва
leonid_kit@mail.ru

В прикладной математике зачастую возникает задача отыскания периодических решений уравнений. Данные решения могут быть приложены в различных областях, таких как физика, химия, экономика, техника, поэтому большое внимание уделяется изучению проблемы существования таких решений.

Нами рассмотрена математическая модель нелинейных колебаний двутавровой балки, проводов, а также стержня, способного сопротивляться изгибу [1], [2]. На основе этой модели ставится задача о периодических решениях квазилинейного уравнения Эйлера–Бернулли с однородными граничными условиями, которые соответствуют случаю, когда балка шарнирно оперта на левом и правом концах. Именно эта задача и будет рассмотрена в данной работе.

В [3], [4] доказано существование по крайней мере одного решения, при этом в [4] нелинейное слагаемое растет не быстрее линейной функции, а в [3] получено решение малой амплитуды. В [5], [6] доказано существование бесконечного числа решений для квазилинейного уравнения колебаний балки с различными однородными граничными условиями в случае, когда уравнение Эйлера–Бернулли не содержит слагаемого aUxx.

В нашей работе рассмотрено уравнение Эйлера–Бернулли, содержащее слагаемое aUxx (a≠0). При этом нелинейное слагаемое имеет степенной рост относительно неизвестной функции и монотонно по этой переменной. Основным результатом работы является теорема о существовании бесконечного числа периодических решений постоянной задачи. Доказательство теоремы проводится вариационным методом [5],[6]. Решения задачи получены как критические точки соответствующего функционала энергии.

Список литературы

1. Ванько В.И. О собственных частотах колебаний проводов воздушных ЛЭП//
Известия вузов. 1987. № 8. С. 48-56.

2. Коллатц Л. Задачи на собственные значения. – М.; Л. Коллатц.- Наука, 1968.- 503 с.

3. Yamaguchi M. Existence of periodic solutions of second order nonlinear evolution equations and applications, Funkcialaj Ekvacioj//1995, V. 38, 519-538.

4. Рудаков И.А., Романенко Е. В. Периодические решения не малой амплитуды квазилинейного уравнения колебаний двутавровой балки// Современные информационные технологии и АТ-образование. 2018. Т. 14. № 3. С. 638-644.

5. Rudakov I.A. Periodic Solutions of the Quasilinear Beam Vibration Equation With
Homogeneous Boundary Conditions//Differential equations. 2012 V. 48 № 6 P. 1- 12

[6] Rudakov I.A. Periodic solutions of the quasilinear equation of forced beam vibration with homogeneous boundary conditions//Izvestiya: Mathematics. 2015 V. 79 N 5 P. 1064-1086. DOI 10.1070/IM2015v079n05ABEH002772.

Приложение неавтономных интегралов к исследованию динамики кусочно-линейных осцилляторов

Ковалев Н.В.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Байков А.Е.
МАИ, Москва
nick_scr@mail.ru

Рассматриваются осцилляторы с двумя степенями свободы, где действуют линейные консервативные силы, малые линейные диссипативные силы и кусочно-линейные силы трения Кулона. Уравнения движения осцилляторов имеют вид автономной системы дифференциальных уравнений четвёртого порядка. Введением переменных действие–угол невозмущённой системы уравнения движения преобразованы к системе с быстрыми и медленными переменными. Они усреднены в нерезонансном случае и при резонансе 1:2. Проблема в том, что правые части усреднённых уравнений движения могут быть представлены, вообще говоря, только в виде квадратур, что сильно затрудняет исследование динамики кусочно-линейных осцилляторов. Однако рассмотрение неавтономных интегралов уравнений движения позволяет выяснить основные динамические эффекты, ранее не доступные для анализа.

Предлагается два метода построения семейства неавтономных интегралов квазиконсервативных систем. В первом методе неавтономные интегралы находятся в виде (формального) ряда по малому параметру. При этом коэффициенты прямого разложения определяются из цепочки уравнений в частных производных первого порядка. Приводятся достаточные условия сходимости построенного ряда. Метод эффективен, если разложение интегралов производить в переменных действие–угол невозмущенной системы. Во втором методе для построения семейства неавтономных интегралов применяется метод усреднения. Получен критерий существования периодических движений квазиконсервативных систем в терминах неавтономных интегралов, где n — число степеней свободы. Для систем с двумя степенями свободы предложено необходимое и достаточное условие существования условно-периодических движений в терминах неавтономных интегралов.

Рассмотрена система из двух упруго закреплённых ящиков на подвижной ленте транспортёра. Обезразмеренные уравнения движения усреднены в двух случаях: нерезонансном и при резонансе 1:2 между частотами малых колебаний (в окрестности единственного положения равновесия системы). Найдено семейство инвариантных торов (в нерезонансном случае) и периодических орбит (при резонансе). Анализ семейства неавтономных интегралов усреднённых уравнений движения показал,

что прочие движения системы после переходного процесса за конечное время принадлежат одному из предельных инвариантных торов, если резонансов нет, или одному из предельных циклов – при резонансе. Также найдены и построены зоны залипания в фазовом пространстве системы, которые невозможно обнаружить методом усреднения.

Литература

Ковалев Н. В. Прямое разложение неавтономных интегралов квазиконсервативных систем с одной степенью свободы // Журнал Средневолжского математического общества. 2016. Т. 18. № 3. С. 32–40.

Нелинейные задачи электроупругости для подвижных элементов МЭМС

Можгова Н.В., Лукин А.В., Попов И.А.
Научный руководитель — Лукин А.В.
СпбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург
nmojgova@yandex.ru

Технологии и устройства, которые объединяют в себе электронные и механические компоненты микромасштаба (так называемые МЭМС – микроэлектромеханические системы), становятся все более востребованными. В связи с освоением и развитием промышленного производства МЭМС они сейчас широко используются в самых различных сферах человеческой деятельности [1,2,3]: медицина (например, электрокардиостимуляторы), энергетика (системы контроля за допустимыми уровнями вибраций, технологические роботы), различные системы навигации в автомобилестроении и нефтяной промышленности и др.

Причинами столь широкого спектра применения МЭМС являются малые габариты и масса, низкая стоимость и высокая чувствительность данных систем к микро-изменениям физических, химических и биологических параметров [1]. Высокая чувствительность обусловлена совместным действием механического и электромагнитного полей на компоненты систем. Таким образом, статические и динамические задачи механики деформируемого твердого тела в связанных полях приводят к необходимости исследования различных нелинейных эффектов.

В качестве исследуемых объектов были выбраны базовые подвижные чувствительные элементы – защемленная с двух концов и консольная балка в постановке Бернулли–Эйлера, струна, круглая мембрана и пластина. Для балочной модели Бернулли–Эйлера была получена хорошо известная диаграмма ветвления положений равновесия в электрическом поле одного неподвижного электрода, крайняя точка которой разделяет устойчивую и неустойчивую ветвь и в англо-язычной литературе часто называется «static pull-in instability», что физически соответствует «схлопыванию» подвижного элемента с неподвижным электродом [4]. Также для всех указанных подвижных ЧЭ, помимо бифуркационных диаграмм, получены диаграммы изменения собственных частот, проведено исследование зависимости от величины электрического поля и параметров геометрической нелинейности системы.

В качестве дальнейших исследований планируется с помощью ряда методов решения связанных задач электроупругости (в т.ч. с помощью метода модальной дискретизации упругих нелинейных электромеханических систем – Model Order Reduction) провести конечно-элементное моделирование вышеупомянутых задач в программной системе конечно-элементного анализа ANSYS и сделать выводы о степени применимости указанных методов при различных условиях.

Список литературы

1. Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007.
2. Варадан В., Виной К., Джозе К. ВЧ МЭМС и их применение. – М.: Техносфера, 2004
3. Мокров Е.А. Интегральные датчики. Состояние разработок и производства. Направления развития, объемы рынка // Датчики и системы. 2000. № 1.
4. Younis Mohammad I. MEMS Linear and Nonlinear Statics and Dynamics. 2011.

Термическая реакция массивного тела на тепловой нагрев в моделях динамической термоупругости

Ненахов Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Карташов Э.М.
МАИ, Москва
newnew94@mail.ru

Проблема термического удара – одна из центральных задач в термомеханике в связи с созданием мощных излучателей энергии и их использованием в различных технологических операциях

(плавление металлов, сварочные работы, прогрев нейлоновых нитей и т.д.). Исследования проблемы термического удара массивных твердых тел на основе моделей динамической термоупругости получили широкое развитие. Систематизация результатов, накопленных в этой области термомеханики, дана в [Л].

К числу малоисследованных вопросов в теории теплового удара относится эффект релаксации материала на внезапный нагрев или охлаждение его границы. Скачкообразное изменение температуры поверхности тела от начальной температуры до конечной температуры представляет собой математическую идеализацию, которая практически может осуществиться с некоторым приближением при больших коэффициентах Био. В работе исследуется тепловой удар, когда температура поверхности тела возрастает (при нагревании) от начальной температуры по линейному закону и достигает значения конечной температуры за малый, но отличный от нуля интервал времени (или убывает при охлаждении). Выявлен комплексный параметр, показывающий, что величина снижения напряжения при нагревании и возрастания напряжения при охлаждении определяется упругими и теплофизическими свойствами материала, а также скоростью нагрева или охлаждения поверхности массивного твердого тела.

Литература

Карташов Э.М. Кудинов В.А. Аналитическая теория теплопроводности и прикладной термоупругости. М. URSS. 2012. 970 с.

Хаотическое поведение наклонения Земли в безлунной модели Ласкара

Салин В.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Гурина Т.А.
МАИ, Москва
teosty@mail.ru

Динамика оси вращения безлунной Земли представляет собой важную задачу для оценки потенциальных изменений климата. Можно применить модель безлунной Земли для множества планетных систем, для которых массы и параметры орбиты хорошо известны. Но, к сожалению, результаты, вытекающие из таких исследований, будут недостаточно информативны из-за отсутствия данных по наблюдению физических свойств отдельных планет, таких как скорость вращения и динамическая эллиптичность. Следовательно, детальные исследования такого рода должны ожидать существенных прорывов в наблюдательной технике астрономии.

Тем не менее, последствия современных исследований для внесолнечных планетных систем ясны: отсутствие большого отношения масс Луны и Земли не следует рассматривать как свидетельство экстремальных изменений климата. То есть, даже для безлунной земной планеты, находящейся в стохастическом состоянии оси вращения, характерная хаотическая скорость диффузии может быть достаточно медленной, чтобы не ограничивать долговременную пригодность планеты для жизни.

Модель безлунной Земли, введенная Ж. Ласкаром [2], имеет вид неавтономной гамильтоновой системы дифференциальных уравнений относительно двух переменных: косинуса угла наклонения и долготы оси вращения Земли. Система описывает вращательную динамику Земли под влиянием Солнца и планет. Возмущения Земли со стороны других планет Солнечной системы считаются периодическими и учитываются с помощью первых четырех членов Фурье-разложения соответствующей части функции Гамильтона с известными амплитудами и частотами [3]. В качестве параметра задачи рассматривается начальное наклонение Земли.

Проведено численное интегрирование системы на временном отрезке 18 млн лет для различных значений начального наклонения от 0 до 180 градусов. Обнаружены три хаотических промежутка начального наклонения, как и в [3].

В ходе бифуркационного исследования [1] найдены особые точки и получены особые отрезки неавтономной системы. Построена бифуркационная диаграмма системы по параметру начального наклонения. Построены карты отображения Пуанкаре. Записана система в вариациях по начальным условиям для системы Ласкара, и с ее помощью вычислены зависимости от параметра задачи старшего показателя Ляпунова и усредненного индикатора MEGNO [1, 4]. Результаты подтверждают наличие трех хаотических и одной регулярной области изменения бифуркационного параметра задачи.

Таким образом, без Луны наклонение Земли часто хаотично, однако скорость, с которой система обходит нерегулярное фазовое пространство, не очевидна априори. Другими словами, характерный диапазон, по которому изменяется наклонение в данный период времени, зависит от архитектуры основных резонансов, которые управляют хаотическим движением. В частности, есть три различных

области, где наклонение имеет хаотические изменения. Быстрый хаос наблюдается между 0◦ – 45◦ и 65◦ – 85◦, в то время как соединяет две области слегка хаотический мост.

Список литературы

1. Гурина Т.А. Качественные методы дифференциальных уравнений в теории управления летательными аппаратами. - М.: Изд-во МАИ, 2014.

2. Laskar J., Foutel F., Robutel P. Stabilization the Earth's obliquity by the Moon, Nature, 1993, vol. 361, pp. 615-617. DOI.org/10.1038/361615a04.

3. Li G., Batygin K. On the Spin-Axis Dynamics of a Moonless Earth, The Astrophysical Journal, 2014, 790, 69 (7 pp). DOI:10.1088/0004-637X/790/1/69.

4. Krasilnikov P., Gurina T., Svetlova V. Bifurcation study of a chaotic model variable-length pendulum on a vibrating base // International Journal of Non-Linear Mechanics, 2018, v. 105, pp. 88-98. DOI.org/10.1016/j.ijnonlinmec.2018.06.011

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

Секция № 8.1. Перспективные производственные технологии и аддитивные технологии

Определение режимов прокатки листового материала из сплава системы Al–Mg-Li, сопровождаемой периодическим преобразованием структуры при переходе границ температурного интервала

Агафонова Д.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Михеев В.А.
Самарский университет, Самара
Dafna_Agafonova@mail.ru

Периодическое преобразование структуры при прокатке листового материала из сплава системы Al–Mg–Li (1420) происходит на уровне фрагментации при переходе границ температурного интервала и тепловых эффектов изотермического дискретного сканирования (ИДС). Режим ИДС нагрева имеет столбчатый вид с резким подъемом и таким же снижением температуры, которая постоянна в одном опыте, но различна в серии образцов и характеризуется стационарной температурой и временем выдержки (сканирования).

Система Al–Mg–Li (1420) – аналог сплава системы Al–Li–Cu–Mg (1441) [1], которая является наиболее технологичной по пластичности среди алюминий-литиевых сплавов при холодной прокатке, и уже разработана технология получения листов толщиной до 0,3 мм. Сплав 1420 – перспективный авиакосмический материал, который за счет сочетания высоких удельной прочности и удельного модуля упругости способен обеспечивать высокие эксплуатационные характеристики авиакосмических узлов. Они определили переход к новому технологическому укладу в области интеллектуальных металлополимерных композиционных материалов, алюмостеклопластики.

Для экспериментальных исследований были взяты образцы сплава 1420 холоднокатаных и закаленных толщиной 1,8 мм и 4,8 мм, горячекатаной заготовки сплава 1420 толщиной 7,3 мм с предварительным ИДС нагревом и с промежуточными ИДС нагревами. Термосканирование проводилось на приборе ДТА 1300 [2]. Приведенные результаты получены для стационарной температуры 5250 С с учетом сканирующей настройки термографа на различное время выдержки. Была выявлена минимальная степень обжатия прохода, скорость прокатки, температура, время нагрева ИДС, периодичность изменения усилия прокатки и микротвердости прокатанных образцов относительно стационарных температур.

Стационарные температуры имеют точную интервализацию в 3430 С и выстраиваются в характерный ряд внутренних температур «вещественных» компонентов сплава. Получено благоприятное сочетание значений указанных параметров, обеспечивающее цикличность пластической деформации при его прокатке.

Особое внимание было уделено прокатке пяти образцов горячекатаной заготовки сплава системы Al–Mg–Li толщиной 7,3 мм: образец №1 – ИДС нагрев 30 минут + ИДС нагрев 30 минут, образец №2 – ИДС нагрев 20 минут + ИДС нагрев 20 минут, образец №3 – ИДС нагрев 15 минут + ИДС нагрев 15 минут, образец №4 – ИДС нагрев 15 минут, образец №5 – ИДС нагрев 15 минут + ИДС нагрев 15 минут + ИДС нагрев 30 минут. В результате получены прокатанные образцы толщиной 0,5 мм с предварительным 5250 С ИДС нагревом и временной выдержкой – 15 минут и с двумя промежуточными 5250 С ИДС нагревами и временной выдержкой – 15 минут и 30 минут. Также установлена периодическая связь дискретного ряда температурного анализа Tπ с условием мультипликативности пластической деформации, представленной в виде периодического ряда дискретных обжатий по проходам при прокатке образцов горячекатаной заготовки сплава системы Al–Mg–Li с толщины 7,3 мм до нужной толщины 0,5 мм.

Цикличность пластической деформации при прокатке образцов послужила ориентиром для выбора соответствующих температур и времени нормируемой тепловой активации и технологическими условиями прокатки листового материала сплава 1420 с привязкой к исходной толщине. Действие тепловых энергий в структурах сплава 1420 вызывает дополнительную фрагментацию и дает возможность выйти за предел деформируемости. Это подтвердилось для последнего образца №5 со смещением назад места первого промежуточного ИДС нагрева, что

позволило ему прокатываться с большей интенсивностью за счет ротационной пластичности до толщины 0,5 мм. Результаты рентгеноструктурного анализа и электронно-растровой микроскопии согласуются с полученными результатами.

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.

2. Фридляндер, И.Н. Алюминиевые сплавы. Промышленные деформируемые, спеченные и литейные алюминиевые сплавы: Справочное руководство [Текст] / И.Н. Фридляндер. – М.: Металлургия, 1972. – 552 с.

Обратный инжиниринг. Технологии прототипирования

Александров Д.В.
Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.
МАИ, Москва
Al3xandroffdmitr@yandex.ru

Реверс-инжиниринг физических объектов предъявляет достаточно высокие требования по точности цифровой модели объекта, который необходимо воссоздать. Это позволяет создать, преобразовать полученное облако точек в полигональную сетку, используя набор плоских и кривых поверхностей NURBS. Есть и другой способ, что идеально для механических компонентов, создавать объемную САПР-модель. 3Д-сканер может использоваться только для получения несвязанных между собой координат точек в цифровом виде. Это позволит определить простые размеры модели. Также эти данные могут быть обработаны в специализированных программах, с целью получения твердотельной модели, модели из листового металла.

Основной задачей группы прототипирования является получение твердотельной модели изделия на основе облака точек, полученного с реального физического объекта, а также занесение полученной 3D-модели в электронную систему для дальнейшего редактирования смежными подразделениями.

Целью 3Д-сканера является получение облака точек физической модели. Далее эти данные обрабатываются с целью воссоздания формы предмета. Некоторые сканеры имеют возможность определять цвет поверхности, в этом случае цвет также можно реконструировать.

3Д-сканеры представляют собой нечто похожее на обычные камеры. В частности, сканеры могут получать данные с поверхностей, которые на затемнены и находятся в прямой видимости лазерного луча, они также имеют конусообразное поле зрения. Различие между двумя этими устройствами заключается в том, что камера передает только цвет поверхности, тогда как 3Д-сканер передает информацию о расстоянии до конкретной точки поверхности. Данная технология позволяет определить положение конкретной точки в 3 плоскостях одновременно.

Таким образом, можно выделить несколько технологий для трехмерного сканирования объектов. 3Д-сканеры в свою очередь делятся на 2 типа: бесконтактные и контактные. Бесконтактные, в свою очередь, делятся еще на 2 типа: активные и пассивные.

Применение данных технологий позволяет в значительной мере ускорить процесс подготовки производства, а также открывает возможности к переходу к безбумажному производству.

Методика модернизации технологических процессов формообразования деталей двигателей с использованием экспертных оценок технологического аудита

Александру И.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Курицына В.В.
МАИ, Москва
alexandru_ilya@mail.ru

В ходе технологической подготовки производства агрегата НР-31 перед технологами стояли задачи, продиктованные современными жесткими условиями производства (сложные изделия, короткие сроки, конкуренция, необходимость предложения «знаковых» новинок и т.п.), требующими постоянного поиска путей лучшего использования производственного времени и ресурсов для повышения эффективности механообработки. Один из путей достижения эффективности – наиболее полное использование машинного времени, т.е. работа с наибольшей производительностью. Это может быть достигнуто за счет рационального применения современных станков с ЧПУ, оптимизации режимов обработки с использованием правильно выбранного высокопроизводительного инструмента. Применение средств автоматизации подготовки

производства позволяет более гибко реагировать на постоянно растущие требования рынка и максимально быстро корректировать производственные приоритеты в соответствии с конкретными нуждами заказчика, а также на несколько порядков сократить промежуток времени между постановкой задачи и появлением серийного образца изделия.

В ходе изготовления детали встречается операция по выполнению радиуса R10.5. В настоящее время цех выполняет данный радиус путем профильно-вырезной электроэрозионной обработки. Существуют еще два метода, с помощью которых можно добиться выполнения упомянутого радиуса, не нарушая при этом требований по точности и шероховатости, но с соответствующим снижением трудоемкости процесса. Это такие виды обработки, как электрохимическая и фрезерная с ЧПУ. Данные два метода позволяют выполнить вышеупомянутую операцию с наименьшей трудоемкостью, сокращая время обработки и наладки; но они также имеют свои минусы.

Для обоснования выбора одного из трех методов в работе применен метод экспертной оценки с привлечением в качестве экспертов специалистов в области металлообработки МПО им.Румянцева. В условиях организации, проведения и обработки данных многовариантной, многокритериальной коллективной экспертизы были разработаны: система учета оценок значимости и квалификации экспертов; система критериев с оценкой их важности для целей экспертизы; система оценок степени удовлетворения конкретным технологическим методом производственно-технологических, эксплуатационных, экономических, экологических и других требований. Среди критериев оценки наиболее важными экспертами отмечены геометрическая точность размеров, шероховатость обработанной поверхности, производительность, трудоемкость, затраты на инструмент, стоимость оборудования, необходимость использования специального оборудования и спецоснащения, необходимость применения в мелкосерийном производстве. Приняты во внимание технологические ограничения и оснащенность предприятия. В результате обработки экспертного мнения технология обработки методом фрезерования на станке с ЧПУ получила наиболее высокую интегральную оценку, статистически значимо превысив оценки методов ЭЭО и ЭХО. Статистическая обработка данных определила высокое качество проведенной экспертизы по параметрам точности, достоверности, согласованности, что позволяет использовать данный метод в качестве экспресс-оценок технологических решений в производственных условиях.

Исследование геометрии зоны контакта при круглом шлифовании

Аллаев П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полуглазкова Н.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
parvizallaev@mail.ru

На современном этапе развития техники и науки шлифование является одним из важнейших способов обработки материалов снятием стружки. Исследование сущности процесса шлифования помогает, в итоге, обоснованно выбирать наиболее рациональные характеристики шлифовального круга, устанавливать наиболее оптимальные режимы обработки шлифованием разнообразных материалов, сравнивать эффективность различных методов шлифования и указывать пути дальнейшего повышения качества выпускаемых изделий и производительности обработки.

Теоретическое исследование геометрии зоны контакта круга с обрабатываемым материалом позволяет рассчитывать такие параметры, как траектории движения вершин отдельных абразивных зерен, участвующих в образовании элементарного среза, длину кривой контакта абразивного зерна с материалом заготовки, толщину среза. От величин данных параметров в свою очередь зависят значения многих величин, которые являются характеристиками процесса шлифования в целом.

Рассмотрены при круглом наружном (КНШ) и внутреннем (КВШ) шлифовании встречная и попутная схемы. При создании математической модели зоны контакта было исключено влияние ряда упрощений, принимаемых другими авторами [1].

Ранее рассчитывалась часть длины контакта, ограниченная углом между линией, соединяющей центры заготовки и инструмента, и линией, соединяющей центр круга с точкой выхода из материала заготовки второго шлифующего зерна. Другая часть кривой контакта, ограниченная углом между линией, соединяющей центры инструмента и заготовки, и линией, соединяющей центр шлифовального круга с точкой входа второго зерна в обрабатываемую поверхность, в расчетах не учитывалась.

Исходя из новой расчетной схемы, составлены уравнения, описывающие траекторию как 1- го, так и 2-го зерна. И на основании этих зависимостей получено выражение для определения толщины среза az в некоторой произвольной точке N:

az = ((XN1 – XN2)2+(YN1 – YN2)2)1/2,

где XN, YN – координаты зерна в произвольной точке N, которые определяются из уравнения траектории соответствующего зерна. Зависимости, полученные в результате исследований для КНШ и КВШ, были приведены к единообразному виду, что может служить основанием для утверждения о принципиальной общности различных методов шлифования.

Расчет по полученным формулам проводился в программной среде MathCAD. На его основе были построены графики, отражающие зависимость различных геометрических параметров от величин, являющихся исходными данными при построении математической модели зоны контакта. В качестве исходных данных приняты характеристики шлифовального круга и величины, задающие режим шлифования. Была рассмотрена степень влияния различных величин на изменение геометрических параметров зоны контакта. Расчет и построение графиков проводились в широком диапазоне режимов обработки. Данный диапазон включает в себя как режимы, реально используемые в практической деятельности, так и чисто теоретические режимы, которые пока не находят практического применения [2].

Список литературы

1. Маслов Е. Н. Теория шлифования материалов. – М.: Машиностроение, 1974. –320 с.
2. Кремень З. И., Юрьев В. Г., Бабошкин А. Ф.. Технология шлифования в машиностроении. – Санкт-Петербург: Политехника, 2007. – 425 с.

Анализ методов и средств понижения авиационного шума ДЛА

Арсентьев А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.
МАИ, Москва
a9858174435@yandex.ru

Проблема уменьшения авиационного шума является актуальной на сегодняшний день. Характерными источниками шума могут быть: вентилятор, нестационарное взаимодействие лопаток компрессора и турбины, а также шумы, создаваемые в камере сгорания.

Существует несколько путей реализации снижения уровня шума различных узлов ДЛА, которые являются источниками его образования. Это достигается за счет технологических, конструктивных и эксплуатационных мероприятий. Введение этих мероприятий должно быть согласовано с обеспечением качества выпускаемой продукции [1–3].

Конструктивные меры включают в себя оптимизацию форм деталей и схем компоновки ЛА с целью обеспечения их взаимодействия с минимальными ударными проявлениями. Также этого возможно достичь за счет улучшения обтекаемости элементов ДЛА. К конструктивным методам борьбы с авиационным шумом можно отнести направляющий аппарат, установленный перед турбиной. Он служит для корректировки потока воздуха, входящего в каналы турбины. Таким образом происходит снижение уровня шума от набегающего на лопаточную машину потока. Недостатком такой системы является увеличение массы и габаритных размеров двигателя.

К числу технологических мероприятий можно отнести использование решений, ориентированных на применение средств звукопоглощения и звукопонижения. К задачам устройств звукопоглощения относится полное либо частичное изолирование источника шума от окружающей среды. В частности, данное решение может быть реализовано за счет уменьшения энергии звуковой волны. Технологически это находит отображение в создании различных распространителей звука, таких как экраны и боксы. Широкое распространение получили наносимые на окружающие поверхности покрытия.

Рассмотрим применение указанных методов для использования в узлах ДЛА. Форма входного устройства проектируется с большой степенью обтекаемости, для уменьшения звукового давления, также устанавливаются направляющие лопатки для достижения необходимого угла подачи воздуха в компрессор. Для компрессора характерны попытки минимизирования нестационарных воздействий лопаточных венцов. Уменьшение шума, создаваемого воздухом, проходящим через радиальные каналы, связано с уменьшением проходного сечения самих каналов. Шумопонижение в камере сгорания достигается путем использования альтернативных топлив. Вследствие чего происходит более эффективное сгорание смеси. Также действенным методом может выступать изменение соотношения объема подаваемого топлива и воздуха, что уменьшит факел сгорания. В турбине используются схожие с компрессором методы шумопонижения. Находят применение методы экранирования шума, создаваемого в ДЛА. Данный метод позволяет уменьшить вредное влияние

производимого силовой установкой шума на окружающую среду. Для уменьшения шума выходящей струи используются регулируемые сопла.

По мере совершенствования ДЛА требования к допустимому уровню авиационного шума на территории аэропортов и при полете все более ужесточаются. Это формирует необходимость создания новых поколений ДЛА, отражающих в своей конструкции перспективные защитные меры и технологии шумопонижения.

Список литературы

1. 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.

2. Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Повышение качества продукции авиапрома / Восьмой международный аэрокосмический конгресс. Тезисы докладов. 2015. С. 199–200.

3. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Вопросы качества авиационной техники / Девятый международный аэрокосмический конгресс. Тезисы докладов. 2018. С. 174–175.

Разработка режимов селективного лазерного сплавления для отечественного жаропрочного никелевого сплава ЭП741НП

Басков Ф.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Левашов Е.А.

НИТУ «МИСиС», Москва

didi-fedya3@rambler.ru

Селективное лазерное сплавление (СЛС) является одним из наиболее перспективных и прогрессивных методов изготовления изделий сложной формы для авиационной и ракетно-космической промышленности. Однако на сегодняшний день активному развитию и внедрению технологии СЛС в российскую промышленность препятствует ограниченное количество адаптированных под технологию материалов. Как правило, каждый производитель оборудования поставляет узкий спектр порошковых материалов, для которых имеются отработанные режимы СЛС. При этом большинство импортных материалов имеют высокую стоимость и поставляются на территорию РФ в ограниченных количествах. Таким образом, адаптация перспективных отечественных сплавов к технологии СЛС является крайне актуальной задачей, решение которой позволит повысить технический уровень отечественных разработок и снизить расходы на изготовление деталей.

Наибольший интерес для двигателестроения представляет использование технологии СЛС применительно к никелевым жаропрочным сплавам, обладающих высокими механическими и эксплуатационными характеристиками при повышенных температурах. Объектом исследования данной работы являлся отечественных никелевый сплав марки ЭП741НП, который используется для изготовления дисков и элементов турбин в авиационной и ракетно-космической отрасли.

Для отработки режимов СЛС использовали сферический порошок из сплава ЭП741НП производства АО «Композит» с фракционным составом 20-63 мкм. Подбор параметров СЛС осуществляли на промышленной установке с габаритами зоны построения 400×400 мм, оснащенной иттербиевым волоконным лазером с максимальной выходной мощностью 1000 Вт. В ходе подбора режимов варьировали следующие основные параметры: мощность лазера, скорость сканирования, ширина лазерного трека. Процесс разработки режимов являлся многофакторным и проводился в несколько итераций (до 5 стадий), после каждой из которых контролировалась структура экспериментальных образцов. Удовлетворительной считалась структура, которая не содержит крупных дефектов в виде горячих трещин, несплавлений и пор (свыше 1 %).

По результатам исследований определено влияние основных технологических параметров СЛС на образование дефектов и отобрано четыре режима, по которым получены образцы с наилучшей структурой. После проведения механических испытаний на растяжение выявлено, что предел прочности и предел текучести экспериментальных образцов, полученных по отобранным режимам, составляет 1008-1124 МПа и 822-872 МПа, соответственно.

В дальнейшем планируется проведение работ по изучению влияния горячего изостатического прессования и термической обработки на микроструктуру и свойства образцов из сплава ЭП741НП, полученных по различным режимам.

Совмещение операций листовой штамповки и пневмотермической формовки

Белов С.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ковалевич М.В.
МАИ, Москва
sp_belov@list.ru

Характерной особенностью процесса пневмотермической формовки (ПТФ) является формообразование изделия за счет утонения свободной части заготовки под действием избыточного давления газа при оптимальных температурно-скоростных условиях. ПТФ применяется во многих отраслях машиностроения, таких как авиа- и ракетостроение, автомобилестроение и других.

Одним из ограничивающих факторов применения ПТФ является разнотолщинность получаемых деталей. Утонение в общем случае зависит от геометрических параметров изделия, общей и местной деформации, характеристик материала и режимов формовки. Существует ряд способов уменьшения разнотолщинности детали, одним из которых является совмещение операций листовой штамповки и ПТФ. Данный способ заключается в том, что листовую заготовку предварительно штампуют с целью увеличения площади рабочей поверхности материала заготовки внутри формблока для дальнейшей формовки. Также применение предварительной гибки или вытяжки позволяет расширить возможности ПТФ при изготовлении деталей более сложных форм. В случае предварительной вытяжки, разместив вытяжной пуансон на крышку формблока, можно сохранить одноперехо́дность процесса, что значительно снижает трудоемкость изготовления детали.

При рассмотрении возможности изготовления деталей методом ПТФ прежде всего, исходя из ее геометрических форм и размеров, необходимо выбрать схему (способ) формования: ПТФ из листовой заготовки, ПТФ с предварительной вытяжкой, ПТФ с предварительной гибкой. Вследствие утонения детали, имеющие большую глубину, а также высоконагруженные, для которых большое утонение недопустимо, возможно получить ПТФ с предварительной вытяжкой. В этом случае необходимо определить форму вытяжного пуансона для первого перехода, а также глубину вытяжки.

Для простых частных задач существуют зависимости определения параметров формовки и утонения получаемой детали. Однако для деталей более сложных форм применение аналитических методов для оценки разнотолщинности практически невозможно ввиду увеличения количества переменных и усложнения математического аппарата.

В качестве альтернативы аналитическим методам могут выступать численные методы. Одним из существующих программных комплексов, решающих задачи листовой штамповки, в том числе ПТФ с предварительной штамповкой является PAM-STAMP 2G.

Особенности фрезерования криволинейных поверхностей концевыми фрезами

Борисов М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Перминов А.Е.
МАИ, Ступино
bsv-sfmati@yandex.ru

В связи с развитием высокопроизводительной механической обработки на станках с числовым программным управлением актуальным является повышение точности обработки, а именно выполнение геометрических размеров. Особенно это важно в авиационной промышленности при производстве агрегатов авиационной техники, лопаток компрессоров, турбин, лопастей винтов, блисков, имеющих криволинейные поверхности.

В процессе обработки криволинейных поверхностей концевыми фрезами не уделяется достаточного внимания анализу вектора сил при взаимодействии фрезы с заготовкой с точки зрения технологической оптимизации процесса.

В настоявшей работе рассматривается задача определения влияния наиболее значимых технологических факторов на точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей деталей. Например, влияние способа фрезерования на качество обработки.

При попутном фрезеровании заготовка прижимается к поверхности. При встречном фрезеровании заготовка, в зависимости от вектора силы резания, может прижиматься к столу станка или отрываться от него. В то же время встречное фрезерование имеет ряд преимуществ по сравнению с попутным фрезерованием. Встречное фрезерование осуществляется при меньших вибрациях ввиду более плавного врезания зубьев фрезы в заготовку, толщина срезаемого слоя плавно увеличивается от нуля до максимума. Также не требуется повышенная жесткость станка в направлении подачи.

В работе теоретически показано, что вектор силы резания при встречном фрезеровании зависит от угла контакта фрезы с заготовкой, который определяется соотношением глубины резания и диаметров фрезы. Чем больше глубина резания *t* и меньше диаметр фрезы, тем больше угол контакта.

При достаточно большой жесткости фрезы встречное фрезерование целесообразно осуществлять так, чтобы заготовка не отрывалась от стола, а прижималась к нему, как и при попутном фрезеровании. Для этого необходимо, чтобы выполнялось условие $t<Dk2/(1+k2)$, где $k=PY/Pz$ – коэффициент, зависящий главным образом от переднего угла и изнашивания зубьев фрезы.

Фреза малой жесткости, например концевая фреза малого диаметра и большой длины ($L/D>5$), является наиболее податливым звеном технологической системы «станок–инструмент–заготовка». Под действием силы резания упругие деформации фрезы приводят к значительным неточностям обработки, в связи с чем действительная глубина резания может быть больше или меньше заданной. В этом случае с целью повышения точности обработки криволинейных поверхностей необходимо, чтобы вектор силы резания находился на одной линии с направлением подачи, то есть выполнялось условие $t=Dk2/(1+k2)$. Например, при $k=0.5$ угол контакта фрезы с заготовкой □=53□, t=0/2D.

Данное условие требуется выполнять при фрезеровании внешних и внутренних криволинейных контуров, которые имеют различные угол и радиус сопряжения поверхностей. Во избежание «зареза» заготовки и поломки фрезы ее радиус не должен быть равным радиусу сопряженных поверхностей, в противном случае резко возрастает угол контакта фрезы с заготовкой и глубина резания.

Сравнительный анализ основных методов лазерной резки

Васильев И.С., Абанина Д.Д., Глушков И.И.
Научный руководитель — к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
vs.60@list.ru

Лазерная резка — технология обработки материалов, при которой лазерный луч фокусируется в маленькое пятно, что позволяет материалу в области воздействия нагреваться до температуры плавления. В дальнейшем расплавленный металл достигает температуры кипения и начинает активно испаряться. Выделяют два механизма лазерной резки: плавлением и испарением. Для резки применяют твердотельные, газовые с продольной или поперечной накачкой, щелевые и газодинамические лазеры. Как наиболее перспективная технология, резка в скором времени сможет заменить устаревшие виды обработки [1].

Твердотельный лазер работает на кристаллах рубина или алюмо-иттриевого граната. По торцам стержня расположены частично прозрачное и отражающее зеркала. В результате многократных отражений лазерный луч усиливается и выходит через частично прозрачное зеркало. Такие лазеры подходят для обработки меди, латуни и алюминия.

Активной средой газового лазера является смесь гелия и углекислого газа. Возбуждение происходит за счет пропускания электрического заряда. Наиболее универсальные лазеры, подходят для резки как металлов, так и неметаллов.

Щелевые СО-2-лазеры – разновидности лазеров с поперечной высокочастотной накачкой. Обладают низкой расходимостью луча.

При охлаждении возбужденных молекул активной среды газодинамического лазера углекислого газа происходит испускание когерентного излучения. Накачка лазера может осуществляться вспомогательным лазером или другим мощным источником энергии [2].

В заключение хотелось бы отметить, что лазерная резка – перспективный метод обработки материалов резанием. Небольшие энергетические затраты, точность и производительность делают данную технологию серьезным конкурентом для традиционных видов резки. После преодоления проблемы технической неоснащенности лазерная резка, благодаря своим неоспоримым достоинствам, приобретет статус самого используемого вида резки.

Влияние амплитудно-частотных характеристик виброточения на шероховатость поверхности

Владимиров А.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Афонин А.Н.
СТИ НИТУ «МИСиС», Старый Оскол
vladimirov.al.an@yandex.ru

К материалам деталей, изготавливаемых для авиационной и ракетно-космической промышленности, предъявляются жесткие требования. В свою очередь, увеличение одних характеристик изделий влечет за собой ухудшение других, например, обрабатываемости резанием. В связи с этим возникает вопрос о поиске рационального метода обработки таких материалов. Одним из методов обработки является вибрационное резание.

Обработка резанием на токарном станке с наложением на вершину режущего инструмента тангенциальных гармонических колебаний маятникового типа является одним из эффективных методов точения труднообрабатываемых материалов, обладающих, например, высокой износостойкостью и прочностью, при соблюдении достаточной вязкости, стойкостью к эксплуатации в агрессивных средах и при повышенных температурах. Применение вибрационного точения позволяет увеличить период стойкости режущего инструмента и обеспечить надежный процесс дробления сливной стружки. Учитывая особенности точения с вибрациями режущего инструмента, можно сказать, что исследование влияния параметров виброточения, применительно к деталям авиационной и ракетно-космической техники, является актуальной темой.

В результате проведенных исследований по влиянию параметров виброточения на формирование микронеровностей шероховатости обработанной поверхности авторами было установлено, что увеличение амплитуды и частоты колебаний резца способствует увеличению микронеровностей шероховатости поверхности [2]. Таким образом, для разработки математической модели было учтено влияние трех основных факторов воздействия вибраций режущего инструмента в зоне резания: вибрационной скорости, вибрационного ускорения и энергии рассеивания за период колебания. При этом значения коэффициентов обобщенной функции вибрационного воздействия $F(A,\omega)$ были найдены по методу полинома на основе полученных результатов проведенных серий экспериментов.

Следующие шаги по исследованию математической модели при изменении обобщенной функции вибрационного воздействия были направлены на определение долевого участия параметров колебаний резца A и ω, которые оказывали большое влияние на величину функции, и в частности на параметр шероховатости обработанной поверхности. Вычисление уравнения математической модели производилось при изменении двух параметров вибраций: частоты колебаний (f) в зависимости от изменения амплитуды колебаний (A) и амплитуды колебаний (A) в зависимости от изменения частоты колебаний (f). Диапазон значений был выбран по заданному периоду стойкости режущего инструмента [3].

Результаты расчетов значений функции показали, что изменение амплитуды колебаний при постоянной частоте оказывает значительное воздействие на формирование микронеровности шероховатости обработанной поверхности [4].

Проверка адекватности математической модели показала, что модель адекватна, а разброс экспериментальных значений шероховатости не выходит за пределы значений доверительного интервала, рассчитанных по критерию Стьюдента. Полученные результаты позволят составить план экспериментов для дальнейших исследований оптимизации математической модели.

Оптимизация математической модели позволит уточнить параметры целевой функции вибрационного воздействия по выбору амплитудно-частотных характеристик вибрационного точения, в зависимости от эксплуатационных требований, которые предъявляются к параметрам шероховатости обработанной поверхности конструкторской документацией.

Дальнейшими направлениями исследований является проведение серий экспериментов для проверки расчетных значений области оптимума.

Список литературы

1. Макаров В. Ф., Мешкас А. Е., Ширинкин В. В. Исследование проблем механической обработки современных высокопрочных композиционных материалов, используемых для производства деталей авиационной и ракетно-космической техники // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. 2015. №2.

2. Сергиев А. П., Владимиров А. А., Швачкин Е. Г. Исследование влияния амплитудно-частотных характеристик вибрационного точения на параметры шероховатости // Вибрационные

технологии, мехатроника и управляемые машины: Сб. науч. ст.: в 2 ч. – Ч. 2 / редкол.: С. Ф. Яцун (отв. ред.) [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2016. – С. 14 – 17.

3. Сергиев А. П., Владимиров А. А., Швачкин Е. Г. Влияние параметров виброрезания на период стойкости инструмента // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2016. – № 5 (319). – С. 96 – 101.

4. Sergiev A. P., Vladimirov A. A., Shvachkin E. G. Optimization of Vibrational Cutting // Russian Engineering Research, 2017, Vol. 37, No. 6, pp. 505 – 508.

Оснастка с упругим элементом в операции V-образной гибки

Волгушев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеренко Е.С.
Самарский университет, Самара
anton.volgushev@ya.ru

Давно известно о проблемах процессов штамповки, а именно процессов гибки. И главная проблема – упругое пружинение при деформировании полуфабрикатов. После снятия со штампа детали “раскрываются” с определенным углом пружинения. Угол пружинения зависит от механических свойств и толщины материала, радиуса гибки, формы детали и способа гибки. Угол пружинения может быть определен путем расчета величины напряжений и упругой деформации, а также и посредством испытаний и замеров. Существует множество способов одноугловой гибки [1].

Существование проблем штамповки не секрет для любого человека, который занимается процессами обработки металлов давлением. Для процесса гибки я бы хотел выделить такую проблему, как упругое пружинение. Это явление, когда после снятия нагрузки деталь меняет свой угол, а зависит оно от многих факторов, таких как механические свойства металла и его толщина, форма детали, способ гибки, радиус гибки и многих других. Угол пружинения может быть определен как аналитически (путем расчета величины напряжений, упругих деформаций), так и посредством замеров и испытаний в уже готовой оснастке.

Для компенсации упругого пружинения предлагается ввести упругий элемент.

Из книги В.П. Романовского [2] были взяты некоторые его формулы по определению угла пружинения и по определению усилия.

Используя опыт предыдущих работ [3,4], были проведены исследования аналитически и экспериментально.

Был полностью разработан и изготовлен штамп, в матрице которого заложен упругий элемент. Он позволяет компенсировать упругое пружинение детали. В работе рассмотрены схемы штамповки с упругим элементом и их описание, расчеты по определению упругого пружинения для некоторых материалов с учетом их свойств, а также проведены испытания материалов, для которых был проведен аналитический расчет в готовой оснастке с упругим элементом.

Список литературы

1. Схема штампа для операции гибки V-образных деталей / Волгушев А.А., Нестеренко Е.С. // Сборник тезисов докладов международной конференции «Гагаринские чтения». Т. 3. – М.: МАИ. 2018. – С. 260.

2. Справочник по холодной штамповке / Романовский В. П. 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1979. - 520 е., ил.

3. Нестеренко Е.С. Способ гибки V-образной детали в штампе с упругими элементами // Процессы пластического деформирования авиакосмических материалов. Наука, технология, производство («Металлдеформ-2017»). — 2017. — С. 61-63

4. Волгушев А.А., Нестеренко Е.С. Исследование процесса гибки V-образных деталей // Международная молодежная научная конференция, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.П. Королева, 75-летию КуАИ-СГАУ-СамГУ-Самарского университета и 60-летию со дня запуска первого искусственного спутника Земли. — 2017. — Т. 1. — С. 467

Разработка технологии изготовления деталей ГТД методом 3D-печати с послойным наложением нитевидных полимеров

Воронов В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Семенов А.Н.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
voronov_vladislav@icloud.com

Конкурентоспособность газотурбинного двигателя в современных реалиях определяется его экономичностью. Экономичность газотурбинного двигателя напрямую зависит от газодинамической эффективности как компрессора, так и турбины. К примеру, увеличение КПД турбины может обеспечить более низкий удельный расход топлива. Для получения конкурентоспособных двигателей с высоким КПД турбин используют методы вычислительной газовой динамики, которые позволяют в более короткие сроки провести большое количество численных экспериментов для подтверждения заданных характеристик проектируемых узлов двигателя и сократить расходы и время на проведение натурных экспериментов. С помощью численных методов можно получить оптимальные обводы межлопаточного канала турбины, которые отличаются от классических тем, что на торцовых поверхностях располагаются выпуклости и вогнутости, обеспечивающие снижение вторичных течений за счет перераспределения градиента давления в поперечном направлении относительно основного потока, являющегося основой для возникновения вторичных течений. Эффективность использования данных поверхностей в ступени турбины подтверждена как численными методами, так и экспериментально на масштабируемых моделях в условиях стенда РГАТУ. При изготовлении данной геометрии несимметричных торцовых поверхностей, корневой и периферийной полки соплового аппарата и корневой полки рабочей лопатки возникли трудности. Поэтому для проведения продувочных испытаний применялись аддитивные технологии – метод 3D-печати по технологии послойного наложения расплавляемых нитевидных полимеров (ПНРНП), который обеспечивает изготовление деталей со сложной геометрией и является дешевым и быстрым способом изготовления твердотельных моделей для проведения изотермических продувок.

На ранних стадиях проектирования изготовление прототипа с помощью 3D-печати позволяет отработать геометрию детали, сделать оценку эргономических качеств, проверку собираемости и правильности компоновочных решений. Проведение испытаний над прототипом позволит существенно сократить общую стоимость будущего изделия за счет проведения предварительных изотермических продувок исследуемых объектов.

К достоинствам 3D-печати относится возможность быстрого цикла изготовления, так как все стадии реализации проекта от идеи до материализации находятся в «дружественной» среде, в единой технологической цепи, в которой каждая технологическая операция также выполняется в цифровой CAD/CAM/CAE-системе. Однако для внедрения технологии ПНРНП необходимо повысить эксплуатационные характеристики материалов, поскольку их низкие прочностные показатели являются основным отрицательным моментом для широкого использования.

Решить данную проблему можно путем использования высокотемпературных полимеров с непрерывно армированным волокном, слияния 3D-печати с внедрением непрерывно армированного волокна, что даст синергетический эффект и, в свою очередь, позволит получить совершенно новый подход к изготовлению авиационных деталей.

Для реализации этой технологии необходим 3D-принтер с технологией ПНРНП, где будет использоваться высокотемпературный экструдер (до 500 С), позволяющий применить такие материалы, как Ultem, PEEK. Армирование материала в 3D-печати позволит повысить прочностные характеристики изделия в разы, так как углеволокно обладает высокими прочностными свойствами. Детали, полученные с новой технологией, могут быть использованы как заменители деталей из традиционных материалов.

Метод контроля глубины проплавления лазерным лучом высокой мощности

Вулпе М.Н., Арсланов А.А., Шайхутдинова Г.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Курынцев С.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
god.fd@list.ru

В настоящее время выделяется значительное количество ресурсов на развитие перспективных технологий. Одной из таких технологий является лазерная сварка. Данный вид сварки характеризуется высокой концентрацией энергии, высокой скоростью, высоким уровнем

экологичности и прочими положительными свойствами. Лазерная сварка в основном применяется при сварке толстых листов металла (до нескольких десятков миллиметров) или же может применяться для сварки разнородных металлов (например, алюминий и титан), образуя сварное соединение достаточно хорошего качества. Благодаря разработке более мощных лазерных систем, лазерная сварка в данный момент активно развивается, что в будущем может привести к широкому внедрению в производство. Однако, несмотря на это, лазерная сварка обладает и отрицательными свойствами, исключать которые можно мониторингом процесса и изменением параметров сварки (мощность, скорость сварки, диаметр сфокусированного излучения и пр.).

Для достижения большой глубины проплава используют лазеры большой мощности, при этом в процессе сварки образуется парогазовый канал, который незначительно ухудшает качество сварки, однако он значительно увеличивает глубину проплава. Он появляется вследствие испарения жидкой фазы металла в сварочной ванне, возникающего из-за высокой погонной энергии. Парогазовый канал рассеивает излучение лазерного луча, что уменьшает получаемую от лазера энергию, но это влияние незначительно. Глубина парогазового канала в процессе сварки может колебаться у металлов, имеющих поверхность с высокой отражающей способностью, что приведет к неравномерной глубине шва (либо же к непроплаву в случае сварки листов внахлест) и, соответственно, к шву плохого качества. Чтобы глубина проплава была равномерной, необходимо изменять параметры сварки, используя данные, получаемые с помощью средств мониторинга. Одним из средств мониторинга процесса может являться устройство, способное измерить глубину парогазового канала. Для лучшего качества шва это устройство должно использовать бесконтактный метод контроля для меньшего взаимодействия с процессом сварки. Компания «Precitec» разработала устройство, основанное на интерферометрии с низкой когерентностью. Суть данного метода, предложенного Thibault Bautze и Markus Kogel-Hollacher, заключается в сравнении расстояния отражения измерительного луча, направленного на дно парогазового канала, с отражением опорного луча в интерферометре, обычно построенном как интерферометр Майкельсона. Короткая длина когерентности не требует специальных оптических генераторов и достигается за счет использования источников света, излучающих спектрально широкий свет. Отличие от предыдущих исследований заключается в том, что излучение, испускаемое парами металла, не влияет на интерферометрические измерения. Чтобы оценить фактическое состояние процесса, системы датчиков должны постепенно устанавливаться и оптимизироваться для каждого нового применения. Оптимизация может быть достигнута с помощью систематических подходов, основанных на обучении, таких как экспертные системы или искусственные нейронные сети.

Однако данный метод не будет работать в режиме без образования парогазового канала – теплопроводном режиме (при малой скорости сварки и мощности излучения), так как лучи устройства будут отражаться от металла в жидкой фазе, что не позволит добраться лучу до самой глубокой точки сварочной ванны.

Также можно предположить, что для измерения глубины парогазового канала можно воспользоваться методом, основанным на эхолокации – способе определения расстояния до объекта по времени задержки возвращений отраженной волны. Для этих целей могут использоваться ультразвуковые датчики расстояний, основанные на измерении времени прохождении волны от мембраны, генерирующей волну, до мембраны, регистрирующей ее. Далее рассчитывается расстояние на основе времени прохождения и скорости волны. Однако между измерениями необходимо выдержать паузу в несколько десятков миллисекунд для затухания предыдущего колебания (чтобы оно не влияло на результат нового измерения).

Литература

Thibault Bautze and Markus Kogel-Hollacher. Keyhole Depth is just a Distance. The IDM sensor improves laser welding processes. // Laser Technik Journal. 2014. pp. 39–43.

Изучение структуры и свойств образцов из стали 316L, полученных методом прямого лазерного нанесения

Гайсина А.Р., Поникаров А.В., Романова А.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
fullaigul@gmail.com

В настоящее время идет активная разработка технологий обработки деталей, изготовленных методом аддитивных технологий. Одна из них – это акустический метод обработки. На данный момент акустические волны применяют для анализа и обработки металлов и их сплавов.

Существует два основных метода обработки металлов акустическим методом: обработка в процессе кристаллизации; поверхностная обработка образцов с целью упрочнения.

Сочетание термической и ультразвуковой обработки приводит к улучшению физико-химических свойств материалов, приобретаемых ими при отжиге, закалке и отпуске. В порошковой металлургии ультразвук улучшает процесс очистки поверхности порошков, а при его воздействии на процесс спекания повышается плотность детали.

При воздействии ультразвуковых колебаний на расплав с металлическими и неметаллическими компонентами происходит «смачивание» неметаллических частиц расплавом, что приводит к их равномерному распределению.

Объектом данного исследования является сталь марки 316L – коррозионностойкая сталь аустенитного класса, усовершенствованная версия стали 304 за счет добавления молибдена. В состав стали входит углерод (до 0,035%), хром (от 16 до 18%), никель (от 10 до 15%), молибден (от 2 до 3%), фосфор (до 0,04%), сера (до 0,03%), марганец (до 2%) и кремний (до 0,75%).

Основными характеристиками стали 316L являются: высокие антикоррозионные свойства, благодаря которым возможна эксплуатация в очень агрессивных средах, отличная свариваемость, обрабатываемость, сохранение структуры при воздействии высоких и низких температур.

Благодаря отличной свариваемости сталь 316L используют в строительной промышленности. За счет высокой стойкости к химически активным средам сталь данной марки также используют в химической, продовольственной, бумажно-целлюлозной, горнодобывающей, фармацевтической и нефтехимической отраслях.

Диапазон для отжига – 1050°C ± 25°C, сопровождается последующим воздушным или водяным охлаждением. После отжига необходимо произвести травление для выявления структуры зерна. Отпуск происходит при температуре от 200 до 400°C с последующим охлаждением на воздухе.

Для проведения анализа структуры материала были изготовлены образцы на растяжение из стали 316L методом прямого лазерного нанесения.

Структура образцов без дополнительной обработки представляет собой вытянутые зерна с четкими границами и некоторой хаотичностью расположения, возникшей в результате наплавки.

Образцы, изготовленные с применением акустического метода в процессе наплавки, имеют мелкозернистую структуру. Наиболее мелкие зерна наблюдаются в зоне приложения волновода к образцу, таким образом, можно сделать вывод, что акустические волны разбивают зерна в процессе кристаллизации, ограничивая тем самым их рост.

Для измерения твердости использовались следующие образцы из стали 316L, изготовленные методом прямого лазерного нанесения:

- без дополнительной обработки;
- с акустической обработкой в процессе наплавки;
- без дополнительной обработки, подвергнутые отжигу и отпуску;
- с акустической обработкой в процессе наплавки, подвергнутые отжигу и отпуску;
- с поверхностной акустической обработкой.

Исходный образец без дополнительной обработки имеет твердость 190-220 HV. При термической обработке показатели твердости падают (160-190 HV), структура материала становится более однородной и снижаются напряжения. Твердость образцов, обработанных акустическим методом в процессе кристаллизации, незначительно выше, по сравнению с исходным образцом (200-230 HV). В образце после термической обработки, в зоне влияния акустических волн, твердость повышена (250-340 HV). Максимальная твердость получена в слое с поверхностной акустической обработкой (350-400 HV).

Полученные результаты дают возможность достичь необходимой структуры и твердости при изготовлении деталей из стали 316L методом прямого лазерного нанесения.

Многокритериальная экспертная оценка материалов для авиационных энергоустановок на основе солнечных батарей

Гвоздкова Ю.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Черняев А.В.
МАИ, Москва
gina94@yandex.ru

Разработки и испытания летательных аппаратов, использующих энергоустановки на основе солнечных батарей (фотоэлементов), ведутся в различных научно-технологических центрах мира. В 2009 г. прошел успешные испытания самолет, использующий только энергию Солнца. Он был

разработан в результате реализации швейцарского проекта Solar Impulse [1]. В 2016 г. усовершенствованный авиалайнер на солнечных батареях Solar Impulse-2 осуществил свой первый перелет через Тихий океан [2].

Основные достоинства устройств, в которых происходит преобразование солнечной энергии, связаны с доступностью и неисчерпаемостью такой энергии, а также с высокой степенью безопасности фотоэлементов для окружающей среды, их мобильностью и долговечностью. Общие недостатки солнечных батарей – низкие значения КПД преобразования солнечной энергии (в среднем 13-15%), высокая стоимость произведенного с помощью них электричества и зависимость его выработки от географической широты, погодных условий и времени суток, что требует соответствующих систем аккумуляции энергии [3].

Если в составе солнечных батарей присутствуют кадмий и мышьяк, то они будут токсичными. При производстве аккумуляторов электроэнергии, произведенной с помощью рассматриваемых устройств, также могут использоваться токсичные вещества. Исследования новых органических и неорганических материалов для фотоэлементов показали, что солнечные батареи на основе органики могут быть значительно дешевле и безопаснее их неорганических аналогов [3]. КПД лучших образцов современных органических фотоэлементов превысил 10 % [4]. Но органические преобразователи солнечной энергии недолговечны, т.к. подвергаются разрушительному воздействию кислорода и водяного пара. Поэтому на них надо наносить специальное изолирующее покрытие, что приводит к росту стоимости устройства.

Таким образом, конкурентоспособность солнечных батарей во многом определяется видом материала, из которого их можно изготовить. В настоящее время в экспертном сообществе нет единого мнения о том, какие материалы для авиационных энергоустановок на основе фотоэлементов являются наиболее предпочтительными. Поэтому для выбора определенного варианта развития рассматриваемой технологической области необходимо использовать комплексную методику, с помощью которой можно будет проводить многокритериальную экспертную оценку достоинств и недостатков указанных материалов [5]. Такая методика может быть реализована с помощью метода анализа иерархий (МАИ), позволяющего выбрать оптимальный материал на основе совокупности эколого-технических и экономико-экологических критериев с учетом предпочтений экспертного сообщества в сфере управления рисками и обеспечением экологической и техносферной безопасности [5]. При использовании МАИ с тремя иерархическими уровнями (не считая уровня цели) – уровнем экспертов, уровнем критериев и уровнем альтернативных решений – мнение каждого эксперта должно учитываться с весом, определяемым рядом факторов, влияющим на качество принимаемых им решений [5]. Для автоматизации процесса поиска оптимального материала может быть рекомендована специальная интеллектуальная система, реализованная в виде программного пакета, в котором осуществляются экспертные оценки, поиск решения и определение его надежности [5].

Список литературы

1. Solar Impulse / URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Solar_Impulse (дата обращения 05.11.2018).

2. Самолет, летевший на солнечных батареях, пересек Тихий океан / URL: http://ukr-today.com/high-tech/113483-samolet-letevshiy-na-solnechnyh-batareyah-peresek-tihiy-okean.html (дата обращения 12.05.2018).

3. Гвоздкова И.А., Паращук Д.Ю. Солнечная энергетика: подрастающий игрок // Химия и жизнь. 2007. № 3. С. 6-9.

4. Типы солнечных батарей и их КПД / URL: http://utem.org.ua/materials/show/tipy_solnechnyh_batarey (дата обращения 12.10.2018).

5. Гвоздкова И.А., Курочкин А.В., Гвоздкова Ю.Д. Интеллектуальная система разработки социально значимых решений на основе многоуровневых иерархий и метода Монте-Карло // Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика. Революция в управлении: новая цифровая экономика или новый мир машин. Материалы II Международного научного форума. Вып. 2 / Государственный университет управления. – М.: Издательский дом ГУУ, 2018. С. 414-422.

6. Гвоздкова Ю.Д. Многокритериальная оценка перспективных источников энергии для авиатранспорта методом анализа иерархий // 16-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2017». 20-24 ноября 2017 года. Москва. Тезисы. Типография «Люксор», 2017. С. 375-377.

7. Гвоздкова И.А. Математические задачи социо-эколого-ориентированной экономики // Труд и социальные отношения. 2017. №6. С. 73-84.

Исследование абразивных методов снижения шероховатости поверхности деталей, полученных с использованием аддитивных технологий

Гирфанова А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Курынцев С.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
aliya_girfanova@list.ru

Шероховатость поверхности при послойном выращивании заготовки зависит от многих факторов, таких как состав и размер порошка, мощность лазерного луча, скорость его прохода и другие режимные характеристики.

Шероховатость, а также «ступенчатость», которая является следствием послойного формирования заготовки, согласно заданным перед построением «сечениям», непосредственно влияет на функциональные свойства, например усталостные и фрикционные свойства, так как любые неровности на поверхности заготовки являются концентраторами напряжения [1, 2].

Также необходимо учитывать, что значения шероховатости сильно варьируются в зависимости от того, какая из поверхностей заготовки рассматривается, что обусловлено анизотропией послойного выращивания [3, 4, 5]. На экспериментально полученном образце, выращенном на 3D-принтере EOS 270 из мартенситной стали PH1, шероховатость боковых поверхностей Rz 63 мкм, в то время как среднее значение на верхнем слое образца – Rz 160, таким образом, наблюдается разница более чем в 2,5 раза [6].

Аддитивное производство наиболее актуально в авиа- и машиностроении, и заготовки, получаемые с помощью данных технологий, сложной формы с внутренними полостями. Вследствие этого привычная механическая обработка не представляется возможной, и требуется разработка и применение различных немеханизированных способов. И если для полимерных заготовок достаточно обработки в парах ацетона или горячим воздухом, то для металлических изделий требуются более сложные подходы.

Абразивная обработка заключается во взаимодействии абразивной суспензии с внутренними поверхностями под действием давления или магнитных сил. Данный метод обработки имеет различные вариации в зависимости от сложности конфигурации заготовки, в частности от того, однослойная она или двухслойная.

Если деталь однослойная, то применяется суспензия, содержащая в качестве абразивных частиц порошок карбида кремния (для алюминиевого сплава AlSi10Mg – 50% от общей смеси зернистостью 20 и 80, добавленных в соотношении 1:1). Абразивная смесь перемещается под действием поочередного воздействия двух поршней и включает в себя до 390 циклов. В результате наблюдается снижение шероховатости с Ra 13-14 мкм до Ra 1,8 мкм [7].

В случае обработки двухслойной детали для внутренних поверхностей в абразивную смесь помимо частиц порошка карбида кремния (с диаметром 40 мкм) добавляют порошок железа (диаметром 0,3 мм) в качестве магнитной составляющей с массовым отношением 9:1. Для создания магнитного поля использовали два магнита, расположенных снаружи заготовки, а также диаметрально намагниченный цилиндрический магнит, расположенный в центре заготовки вдоль осевого направления. Относительное движение создается вращением или линейным колебанием между заготовкой и магнитными абразивами смеси [8].

Шероховатости внутренней поверхности наружной трубы и наружная поверхность внутренней трубы были улучшены с 7 мкм Ra до примерно 0,5 мкм Ra, то есть более чем на 90%.

В сравнении с другими ранее исследованными методами постобработки абразивная обработка имеет как ряд преимуществ, так и ряд недостатков.

В сравнении с лазерным и импульсным электронно-лучевым способами обработки поверхности недостатком рассматриваемого метода являются большие временные затраты и более низкое качество шлифовки [9, 10]. Но необходимо учитывать, что лазерная и импульсная электронно-лучевая обработка наилучшим образом подходят для обработки внешних поверхностей, в то время как абразивная обработка предназначена для внутренних поверхностей сложной конфигурации, и в частности, для обработки двухслойных заготовок.

Если же сравнивать абразивную обработку с технологией автоматического шлифования и полировки «DryLyte» компании «DLyte», то тут она проигрывает по большинству параметров. Это обосновывается тем, что «DryLyte» предполагает меньшие затраты по времени и не требует абразивной смеси, т. к. основана на протекании анодно-катодных реакций, при этом позволяет проводить обработку как внешних, так и любых внутренних поверхностей заготовки [11].

Таким образом, абразивная обработка может являться оптимальным видом постобработки в случае необходимости шлифовки только внутренних поверхностей сложной конфигурации, позволяя получить относительно низкое значение шероховатости. Также необходимо заметить, что данный вид обработки способствует созданию поверхностных остаточных напряжений сжатия, которые повышают предел выносливости и долговечности детали, а также улучшению целостности поверхности деталей.

Список литературы

1. Курынцев С.В. Аддитивные технологии - третья индустриальная революция [Текст] / Курынцев С.В., Нагулин К.Ю., Горунов А.И. // Наукоемкие технологии в машиностроении: сб. статей. – Брянск, 2016 – №7 – С. 39-44.

2. Зленко М. А. Аддитивные технологии в машиностроении [Текст] / Зленко М. А., Нагайцев М. В., Довбыш В. М. // пособие для инженеров. – М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» - 2015.

3. Курынцев С.В. Лазерная сварка заготовок, полученных аддитивными технологиями [Текст] / Курынцев С.В., Морушкин А.Е., Гильмутдинов А.Х. // Материалы IV Международной конференции «Аддитивные технологии: настоящее и будущее» - ФГУП «ВИАМ» - 2018 - С. 62-71.

4. Курынцев С. В. Лазерная сварка листовых элементов конструкций с деталями, полученными аддитивной технологией выращивания [Текст] / Курынцев С. В., Морушкин А. Е., Гильмутдинов А. Х., Шиганов И. Н. // Журнал "Сварочное Производство" - 2018

5. Kuryntsev S.V. 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 [Текст] / Kuryntsev S.V. // Optics & Laser Technology - Т. 107. - 2018 - С. 59-66.

6. Гирфанова А. Г. Постобработка поверхностей деталей, полученных аддитивными технологиями [текст] / Гирфанова А. Г. // Актуальные проблемы науки в студенческих исследованиях: сборник материалов VIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Альметьевск. – М.: Издательство «Перо», - 2018 – С. 25-27.

7. Jiang Guo A novel vibration-assisted magnetic abrasive polishing method for complex internal surface finishing / Jiang Guo, Ka Hing AU, Kui Lio, Seow Tong NG & Kah Chuan Sean SHAW // Euspen’s 17th International Conference & Exhibition – Hannover, 2017

8. Can Peng Study on Improvement of Surface Roughness and Induced Residual Stress for Additively Manufactured Metal Parts by Abrasive Flow Machining [Текст] / Can Peng, Youzhi Fu, Haibo Wei, Shicong Li, Xuanping Wang, Hang Gao // 4th CIRP Conference on Surface Integrity (CSI 2018) – 2018

9. J. I. Arrizubieta, Combination of Laser Material Deposition and Laser Surface Processes for the Holistic Manufacture of Inconel 718 Components [Электронный ресурс] / J. I. Arrizubieta, M. Cortina J., E. Ruiz, A. Lamikiz / Materials (Basel) - электрон. журн.- 2018 – режим доступа к журналу: https://www.mdpi.com/1996-1944/11/7/1247

10. Тересов А. Д. Структура и свойства титанового сплава ВТ6, полученного методами аддитивного производства и подвергнутого импульсному электронно-пучковому воздействию [Текст] / А. Д. Тересов, Н.Н. Коваль, Ю.Ф. Иванов, Е.А. Петрикова, О.В. Крысина // Современные технологии и материалы новых поколений: сборник трудов Международной конференции с элементами научной школы для молодежи – Томск, 2017

11. DryLyte® Technology [Электронный ресурс] / 2018 – режим доступа: http://www.ramal.cat/files/81/dlyte-chrome-cobalt-polishing-1

Оптимизация входных устройств ДЛА с учетом современных требований

Гливенко А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.
МАИ, Москва
4gar@bk.ru

Входные устройства (ВУ) предназначаются для создания подхода воздуха из внешней среды к компрессору и вместе с ним производят процесс сжатия воздуха при использовании кинетической энергии потока. Среди основных требований, предъявляемых к ВУ, можно выделить следующие: создание подхода к двигателю воздуха в требуемом количестве на всех рабочих режимах, формирование наименьшей неравномерности скорости потока на подходе к компрессору, существенное затормаживание воздушного течения при минимуме потерь, высокую надежность, малый вес, значительные показатели по прочности и жесткости, герметичность, простоту в обслуживании и минимальные значения создаваемого шума.

Входные устройства могут содержать в своем составе защитные элементы, предназначенные для предотвращения попадания в ДЛА (его газовоздушный тракт) различных посторонних элементов, к числу которых, в частности, могут быть отнесены: град, камни или птицы. Наибольшая вероятность попадания посторонних предметов в ДЛА при взлете и посадке или при рулении самолета, а также при работе двигателя на стоянке. Отсутствие упомянутой защиты может приводить к повреждению рабочих лопаток, входного направляющего аппарата или спрямляющего аппарата компрессора, за счет попадания посторонних элементов извне, и может явиться причиной летного происшествия.

Создание современных ДЛА с входными устройствами, отвечающими всем предъявляемым к ним требованиям, сопряжено с поиском новых решений в этой области и, как правило происходит в условиях риска [1].

С целью защиты ДЛА во входном канале предполагается установка убираемых или не убираемых в полете решеток и сетки. Однако не убираемая решетка с ячейкой сетки может оказывать значительное сопротивление на входе, что, в свою очередь, сказывается на снижении тяги и, как следствие этого, способно приводить к возрастанию удельного расхода топлива. Таким образом, целесообразнее использовать решетку, которая могла бы убираться, размещая ее перед входом в компрессор.

Для формирования решетки-сетки технологически может потребоваться использование механической обработки [2], где есть свои особенности. В качестве альтернативы может быть предложено применение электрофизических методов обработки [3], электро-эрозионного фрезерования [4].

Над положением решетки-сетки осуществляется управление при помощи гидравлических или пневматических цилиндров. При этом подобное воздействие на приводимую в движение решетку рационально производить совместно с приводом в движение и шасси. Состав решетки-сетки подразумевает использование обособленных секций, устанавливаемых между силовыми ребрами, размещенными во входном устройстве. Но и они, в свою очередь, оказавшись поврежденными, способны будут произвести нарушения в ДЛА, что формирует для них существенные требования по качеству [5, 6].

Примечательно, что для каждой такой решетки-сетки в данном случае потребуется шарнирное соединение с корпусом входного устройства ДЛА. К неоспоримым недостаткам входных устройств, создаваемых с учетом подобных принципов, можно отнести необходимость их обогрева, что является затратным и затруднительным.

В докладе приводятся рекомендации по оптимизации входных устройств ДЛА с учетом современных требований, предъявляемых к ним.

Список литературы

1. Маликов С.Б. Метод анализа технического риска при организации подготовки опытного производства деталей: автореферат дисс. ... канд. техн. наук. - М.: МАТИ, 2012. - 19 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. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Влияние электрофизических ме-тодов обработки на свойства КМ на основе высокотемпературных карбидов с металлическими наполнителями // Авиационная промышленность. 2018. № 2. С. 41–43.

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., 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.

6. Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Повышение качества продукции авиапрома / Восьмой международный аэрокосмический конгресс. Тезисы докладов. 2015. С. 199–200.

Структурные изменения газопламенного термобарьерного покрытия на лопатках газотурбинных двигателей после длительной эксплуатации

Головач А.М.
Научный руководитель — к.т.н. Бондарева О.С.
Самарский университет, Самара
machete.ru2016@gmail.com

Термобарьерные покрытия широко используются для защиты лопаток и других деталей газотурбинных двигателей от воздействия высокотемпературного потока. В данной работе рассматривались покрытия, нанесенные газопламенным методом и состоящие из жаропрочного подслоя NiCoCrAlY, защищающего базовый металл от окисления и способствующего повышению прочности сцепления керамического слоя с подложкой, и верхнего керамического слоя ZrO2+7% Y2O3, воспринимающего тепловое и эрозионное воздействие газового потока и снижающего температуру лопатки [1].

Целью работы было исследование микроструктуры термобарьерного покрытия в исходном состоянии и после длительной эксплуатации в течение 8000 часов для прогнозирования возможности дальнейшей эксплуатации. Исследование микроструктуры образца проводилось после электролитического травления на растровом электронном микроскопе TESCAN Vega SB с энергодисперсионным микроанализатором INCA Energy.

Показано, что покрытие не разрушено, сколы и отслаивания отсутствуют. Структура жаростойкого слоя теплозащитного покрытия не претерпело изменений в процессе эксплуатации. Однако в результате эксплуатации верхний керамический слой под воздействием высокотемпературного газового потока спекается, уменьшается его пористость, а следовательно, снижаются теплозащитные свойства. На границе жаростойкого слоя и никелевой основы образуется диффузионная зона, характеризующаяся значительной химической неоднородностью и выделением топологически плотноупакованных фаз (ТПУ-фаз). Данные фазы представляют собой пластинчатые карбиды вольфрама и хрома. Они могут являться концентраторами напряжений и снижать сопротивление усталости. Стоит отметить, что структура диффузионной зоны на корыте и спинке лопатки отличается от структуры зоны на входной кромке. Кроме того, γ-твердый раствор обедняется тугоплавкими легирующими элементами, что приводит к разупрочнению сплава. Формирование вышеописанных фаз в структуре основного металла под покрытием является признаком снижения надежности защитного покрытия и жаропрочности лопаток газотурбинных двигателей [2]. Полученные данные говорят о значительной структурной деградации термобарьерного покрытия, а также поверхностной зоны лопатки. Таким образом, лопатки с таким ресурсом эксплуатации рекомендуется использовать только в наземных установках.

Список литературы

1. Каблов Е.Н., Мубояджян С.А. Защитные покрытия для лопаток турбин перспективных ГТД // ГТТ. 2001. № 3(12). С. 30-32.
2. Кузнецов В.П., Лесников В.П. Конакова И.П., Попов Н.А. Влияние ТПУ-фаз на характер разрушения при растяжении монокристаллического никелевого сплава ЖС36-ВИ // Металловедение и термическая обработка металлов. 2014. № 9(711). С. 40-43.

Опыт реверс-инжиниринга для воссоздания, анализа и корректировки геометрии изделия методом быстрого прототипирования

Гуляев А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Калачев О.Н.
ЯГТУ, Ярославль
andrey.gulyaev.00@gmail.com

Использование технологий реверс-инжиниринга значительно ускоряет процесс быстрого прототипирования, что, в свою очередь, повышает производительность конструкторско-технологического проектирования. В работе рассмотрен процесс быстрого прототипирования с использованием технологий реверс-инжиниринга на примере воссоздания характерной дефектной детали: ее сканированием на 3D-сканере Shining3D EinScan SE, обработкой данных сканирования в программе Geomagic Design X [1] и последующей печатью на 3D-принтере. В ходе применения 3D-сканера исследованы режимы, цветовые параметры, частоты, в результате выбрано наиболее эффективное сочетание параметров, обеспечивающее наилучшее качество сканирования. Полученные данные сканирования конвертированы в формат stl, и выполнена пробная печать на

принтере MZ3D-256 двойника оригинала детали. Поскольку получившийся натурный образец внушал опасения в части прочности, поставлена задача изменения конструкции в критических участках. Редактирование геометрии детали выполнялось на векторной модели, полученной в программе Geomagic Design X. Процесс обработки включал построение определенного сочетания вспомогательных плоскостей, которые максимально синхронизировались с положением поверхностей, выявленных при сканировании. Выявлено наиболее рациональное сочетание таких поверхностей, достаточное для воссоздания CAD-модели процедурами твердотельного моделирования в границах конфигурации сканированной модели. Полученная векторная модель подвергалась корректировке в части введения дополнительных элементов, упрочняющих критические участки, подверженные деформации или разрыву. Модификация геометрии выполнялась в CAD Fusion 360 [2] и контролировалась модулем конечно-элементного анализа. В ходе итерационного процесса изменения геометрии и анализа полей распределения напряжений предложен оптимальный вариант изменений, сохраняющий функциональность детали. На заключительном этапе цифровой прототип повторно распечатывался на принтере. При этом подбиралось приемлемое положение модели в пространстве слайсера Cura для минимизации отделочной обработки при удалении следов поддержки. Таким образом, в ходе реверс-инжиниринга выявлены особенности и закономерности использования различных устройств и программных систем, которые в совокупности позволяют значительно ускорить процесс прототипирования по сравнению с воссозданием детали “вручную” на основе заново построенной векторной модели средствами CAD-систем.

Список литературы

1. Geomagic Design X software [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://geomagicdesignx.com.

2. Fusion 360 software [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.autodesk.com/products/fusion-360.

Обеспечение точности обработки: исследование тепловых деформаций станков

Дацкив М.В., Алдобаева О.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юрин В.Н.
МАИ, Москва
datskiw.michael@gmail.com

Обеспечение точности обработки на станках – актуальная проблема производства авиационных двигателей. До 30–70 % от общей погрешности обработки составляют погрешности, связанные с тепловыми деформациями (ТД) станков. Исследованиями ТД станков занимаются с 1928 года. Систематизированный обзор анализа работ, выполненных до 1990 года в области исследований тепловых проблем станков, уменьшения величины ТД и их влияния на точность обработки приведен в работах [1], [2], с представлением результатов в виде морфологических таблиц, содержащих набор параметров объектов и методик исследований, а также значений этих параметров. В настоящем докладе систематизированы результаты анализа работ, выполненных по рассматриваемой тематике в период 1990 – 2017 гг. Для этого были найдены библиографические источники за указанный период и проанализированы параметры: 1) объектов исследований: вид объекта исследований, тип станка, элемент технологической системы, основные группы мероприятий, задача исследований, наблюдаемые параметры, вид анализа, 2) методики исследований: вид моделирования, режим испытаний, средства измерений, автоматизированные функции, характер исследуемых процессов. В результате выявлен ряд новых элементов исследований ТД. В частности, новый объект исследований – термоупругие физико-технические эффекты (ФТЭ), определяющие поведение деталей станков (шпиндельных узлов, корпусных деталей и др.) при их тепловом нагружении, новый вид оперативной обратной связи – вычислительный эксперимент с моделью ФТЭ конструкции в рамках тенденционного моделирования – инструмента поиска и отработки инновационных конструкций теплонагруженных деталей станков на ранних стадиях их проектирования [1]. Разработаны и использованы: методы анализа теплового состояния деталей и узлов станка на основе модального подхода, применения нейросетевых технологий, автоматизированная система поиска и принятия решения по автоматической компенсации температурной погрешности станка на различных этапах их жизненного цикла [3]. Развиты методы структурного теплофизического анализа с выявлением путей воздействия на тепловое поведение станка [4]. Для ранних стадий проектирования станков создано [2] специализированное информационное обеспечение в виде экспертной системы выбора способа управления ТД и автоматизированного справочника – фонда термоупругих ФТЭ, концентрирующих опыт проектирования, исследования и эксплуатации станков. Впервые

исследованы ТД станков с параллельной кинематикой – гексаподов. Применены новые средства измерений – лазерные интерферометры, многокоординатные измерительные щупы станков с ЧПУ и типовые установки для измерения ТД, рекомендуемые международным стандартом ISO 230-3. В России разработаны и совершенствуются [1], [3] методики испытания автоматизированных станков в производственных условиях с целью получения информации о причинах изменения точности, устанавливающие порядок определения условий проведения контрольных и исследовательских испытаний, разработки плана и последовательности их проведения, а также методы оценки потери станком точности. Группа мероприятий «Повышение сопротивляемости технологической системы тепловым воздействиям» пополнилась квазисинергетическими конструкциями теплонагруженных деталей станков, в которых минимальные ТД обеспечиваются автоматически, без средств охлаждения, управления и компенсации, только за счет естественного напряженно-деформированного состояния конструкции, организуемого при проектировании. Предложены и апробированы специализированные эвристические приемы создания таких конструкций [1]. В группе мероприятий «Компенсация тепловых деформаций путем дополнительных перемещений рабочих органов» реализованы системы компенсации таких деформаций станков с ЧПУ в режиме реального времени [4]. Активное развитие исследований ТД станков, появление инновационных решений дополнительно свидетельствует об актуальности данной области знаний для отечественной и зарубежной промышленности.

Список литературы

1. Юрин В.Н. Автоматизация ранних стадий проектирования средств повышения качества станков путем управления их тепловыми деформациями. – М.: ВНИИТЭМР, 1991. – 72 с.

2. Юрин В.Н. Информационное обеспечение проектирования теплонагруженных деталей и узлов станков. // Станки и инструмент, 1992, № 7. – С. 12-14.

3. Поляков А.Н. Автоматизированная система поиска и принятия решений по обеспечению теплоустойчивости металлорежущих станков. Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. Оренбург: ОГУ, 2004. - 33 с.

4. Кузнецов А.П. Тепловое поведение и точность металлорежущих станков. - М.: МГТУ "Станкин", Янус-К, 2011. - 256 с.

Исследование структуры деталей аэрокосмического назначения, полученных с использованием технологии селективного лазерного сплавления

Дмитриева М.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мельников А.А.
Самарский университет, Самара
happiness_peace@rambler.ru

Применение аддитивных технологий актуально при изготовлении изделий сложной формы мелкосерийного производства и позволяет повысить экономическую эффективность, значительно уменьшив себестоимость материала.

В работе представлены результаты исследования микроструктуры изделий, полученных из порошков сплавов на основе алюминия, титана и никеля, выращенных по технологии селективного лазерного сплавления (СЛС) на промышленном 3D-принтере для аддитивного производства с использованием технологии печати SLM. Установка SLM Solutions SLM 280HL позволяет получать изделия с толщиной слоя 20–100 мкм при мощности лазера 400–-1000 Вт и диаметре фокуса луча 70–700 мкм.

Исследование микроструктуры осуществлялось с помощью растрового электронного микроскопа TESCAN Vega SB. Микрорентгеноспектральный анализ материала, полученного методом селективного лазерного сплавления, определялся с помощью приставки INCAx-Act. Анализ микроструктуры образцов позволил установить причины образования дефектов, таких как пористость, расслоение, микротрещины. Исследовано влияние пластической деформации на структуру и характер разрушения готовых изделий. На основании полученных данных определены оптимальные параметры технологического процесса изготовления изделий с применением технологии СЛС, такие как гранулометрический состав порошка, интенсивность луча, скорость сканирования.

Список литературы

1. Шишковский И.В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. – СПб.: Питер, 2016. 400 с.

2. Суфияров В.Ш., Попович А.А., Борисов Е.В., Полозов И.А. Селективное лазерное плавление жаропрочного никелевого сплава // Цветные металлы. 2015. № 1. С. 79-84.
3. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. – СПб.: Издательство политехнического университета, 2013. 210 с.

Повышение адгезии рабочего стола FDM/FFF 3D-принтера с применением быстросъемного устройства на основе полиуретановых композиций и вакуумной фиксации

Елисейкин Е.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калачев О.Н.
ЯГТУ, Ярославль
evg843529335@mail.ru

С развитием технологий 3D-печати методами послойного наплавления филамента (FDM/FFF), их популяризацией в быстром прототипировании (БП) и ремонте изделий возрастает и модельный ряд оборудования, реализующего данные технологии. Так, отдельный класс FDM/FFF 3D-принтеров представлен мини- и микропринтерами упрощенной конструкции (BQ Witbox GO, M3D Micro, 3D Systems CUBE, и т. д.), не предусматривающими установку нагревательного элемента стола, наряду также с моделями со стандартной компоновкой (XYZ DaVinci Mini, Tevo Michelangelo, и т. д.).

Отсутствие подогрева стола, базового адгезионного покрытия или его быстрый износ приводят к столкновению пользователей FDM/FFF 3D-принтеров с деламинацией – преждевременным отлипанием и деформированием изделия. Причиной отлипания является утрата адгезии между контактной поверхностью стола и слоями филамента в основании детали [1]. Данная проблема актуальна не только при использовании ABS-филаментов с повышенной усадкой в 0,8-1%. Печать филаментом PLA на холодном столе также затруднена и приводит к необходимости построения детали поверх толстого слоя – подложки (raft). Таким образом, значительно увеличиваются расход материала и время изготовления. Отмечено, что данный способ применим для малогабаритных изделий, но неэффективен для крупных, тонкостенных объектов, например корпусов, так как не предотвращает деламинацию, даже при дополнительно нанесенном клеевом слое.

Множество отдельных производителей занимаются проблемой адгезии рабочего стола. Предлагаемые ими решения составляют три основных группы: самоклеящиеся адгезионные пленки (BuildTak, CoroPad), гибкие съемные и магнитные пластины (GeckoTek, Prototipum), жесткие плиты (Ultrabase, Mamorubot). Эти средства применимы при печати PLA и, в некоторых случаях, ABS с нагретым столом, но обладают и рядом недостатков, не позволяющих сказать, что на данный момент проблема отлипания решена полностью. Представляет интерес разработка и реализация покрытия, предназначенного для работы без нагреваемого стола.

Ранее в работе [2, с. 173] был приведен прототип устройства в виде абразивной пластины, ее фиксирующей оснастки и связки – раствора филамента, распыляемого на поверхность пластины. Последующие изготовление и апробация выявили недостатки средства: а) задействование специального оборудования для производства каждой единицы покрытия и оснастки; б) применение распылителя и компрессора для нанесения одноразового слоя-связки; в) выделение испарений раствора; г) быстрое засорение поверхности пластины.

На этапе дальнейшей разработки нами предлагались новые критерии к устройству:

- Быстрое изготовление;
- Универсальность для популярных моделей принтеров;
- Оперативные установка и снятие покрытия;
- Обеспечение адгезии к PLA-филаментам без нагрева стола и добавления подложки;
- Наличие запасной контактной поверхности;
- Не требует нанесения растворов и клеев для фиксации детали.

Проведен поиск альтернативных композиций, применяемых в БП, и адгезионных к основным видам филаментов, в частности к PLA. Подобным материалом были выбраны литьевые двухкомпонентные полиуретановые пластики серии LasilCast.

Технологический процесс изготовления дисковой пластины-покрытия на основе пластика LasilCast 2 включает отливку в силиконовой форме заготовки мастер-модели, ее фрезерную обработку и нанесение дополнительной адгезионной сетки на станке с ЧПУ. Готовые образцы получены также из LasilCast 2 в силиконовых формах на основе мастер-модели. Габаритные размеры пластин Ø170x9 мм. Для принтеров с автоматизированной системой калибровки стола на каждой из

печатных поверхностей установлены четыре контактных диска Ø15х2 мм из фольгированного текстолита. Диаметр области печати составляет 115 мм и будет увеличен на последующих образцах.

Готовая пластина фиксируется на столе силиконовым кольцом с сечением стенки 10х3,1 мм. В стенке располагается клапан, соединенный гибкой трубкой с цилиндром и поршнем для удаления воздушной прослойки между пластиной и столом.

Получены результаты изготовления пробных объектов из PLA на подготовленной пластине без нагрева стола и подложек. В качестве объектов использованы трубчатые и пластинчатые детали с различными габаритными размерами. Высота слоя составила 0,1 мм, заполнение материалом 100%. Отмечено, что печать всех деталей была завершена без деламинации, избыточной адгезии при отделении от пластины и засорения контактных поверхностей, что соответствует предложенным критериям к устройству.

Список литературы

1. How to Stop Filament Warping in 3D Printed Parts [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.matterhackers.com/news/-how-to-stop-filament-warping-in-3d-printed-parts.

2. Елисейкин Е.И. Разработка специального адгезивного покрытия рабочего стола FDM 3D-принтера для повышения качества печати изделий (тезисы) // Тезисы докладов на 44-й Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения» 17-20 апреля 2018 года, Москва, МАИ. Том 3. С. 173.

Разработка технологии армирования слоев изделия при стереолитографии

Забайкин С.М.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Авдеев В.Б.

Московский Политех, Москва

zabaikin2015@yandex.ru

В настоящее время в машиностроении, в частности аэро-космической отрасли, растет уровень использования аддитивных технологий (АТ). Но из-за недостаточных прочностных и в меньшей степени точностных показателей использование АТ сильно ограничено. АТ нашли свое применение в малонагруженных узлах, а также при макетном моделировании.

Целью работы является расширение сферы использования АТ в производственном цикле изделия и решение технологических проблем при получении деталей пространственно-сложной формы. Цель достигается решением следующих задач:

1. Анализ существующих АТ.
2. Поиск существующих предложений решения проблемы.
3. Выбор базовой технологии для дальнейшей разработки.

На основе п.1 решено использовать технологию SLA (Stereolithography – стереолитография) т.к. это самая рациональная технология с точки зрения качества и себестоимости конечного продукта. Помимо всего, твердость изделий, полученных с применением данной технологии, может варьироваться в зависимости от времени воздействия ультрафиолетовых лучей.

В данной работе предлагается армировать слои, а в качестве армирующего материала использовать углепластиковую нить диаметром 50-100 мкм. Это придаст изделию анизотропные свойства. Армирование не окажет влияния на характеристики поверхностного слоя, но повлияет на характеристики поперечного сечения в требуемом направлении. Это позволит использовать данную технологию при изготовлении цельных, не критически нагруженных конструкций пространственно-сложной формы, а также при изготовлении аэродинамических моделей. [2]

Данную технологию можно отнести к методу получения композитных материалов с использованием АТ.

Список литературы

1. Технологии 3-D печати // www.ixbt.com: Новости технологий, обзоры гаджетов. 27.03.2014. Илья Холодов.

URL:https://www.ixbt.com/printer/3d/3d_tech.shtml (дата обращения 20.12.2018)

2. Дудков К.В. Использование аддитивной технологии в аэродинамических испытаниях ракетно-космической техники// Сборник тезисов докладов Том 3 «Гагаринские чтения – 2018». М. 2018 г.

Использование видеозахвата для измерения малых виброперемещений

Замалетдинов Р.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бородин С.М.
УлГТУ, Ульяновск
Rishattz@mail.ru

Одним из перспективных методов оценки виброперемещений можно считать применение оптической видеофиксации, с последующим сравнением полученных изображений в моменты перемещения.

Новое решение в реализации метода видеофиксации заключается в отслеживании положения объекта с помощью специальной рамки захвата, формируемой разработанным программным обеспечением. Захват видео — это процесс преобразования видеосигнала из внешнего источника в цифровой видеопоток и запись его в видеофайл с целью последующей обработки, хранения или воспроизведения [1].

Разработанная система видеозахвата позволяет напрямую зафиксировать изображение и выделить любой элемент по различным признакам, в частности по цвету.

Для разработки программного обеспечения использовалась среда Microsoft Visual Studio и язык C#. А для обработки изображения использовалась программная платформа Aforge, которая содержит набор библиотек, каждая из которых предназначена для решения ряда задач обработки изображений.

В разработанной программе используется библиотека AForge.Imaging, содержащая специальные фильтры и инструменты, с помощью которых обрабатывается изображение от видеокамеры.

1) BlobCounter — инструмент, позволяющий выделить все объекты, отличные от черного цвета.

2) EuclideanColorFiltering — фильтр, который работает с цветовой моделью RGB (аддитивная цветовая модель, описывающая способ кодирования цвета для цветовоспроизведения).

3) HSLFiltering — фильтр, который работает с цветовой моделью HSL, в которой цветовыми координатами являются тон, насыщенность и яркость [2].

С помощью фильтров EuclideanColorFiltering и HSLFiltering выделяется определенный цвет объекта, где далее класс BlobCounter обводит его в специальную рамку захвата, любые изменения которой отслеживаются программой.

При измерении виброперемещений рамка захвата позволяет считать верхний срез исследуемого объекта реперной точкой, по которой можно отследить отклонение от первоначального положения на каждом снимке. Величину этого отклонения можно определить по градуированной шкале, предусмотренной в программном обеспечении. По снимку, где амплитуда виброперемещения максимальная, определяется резонансная частота.

Любое изменение размеров рамки захвата также отражается на градуированной шкале, поэтому данный способ позволяет использовать многократное оптическое усиление, чтобы уменьшить погрешность измерения.

Предлагаемый способ позволяет измерять виброперемещения объектов с очень малыми размерами. Например, с помощью рамки захвата можно измерять колебания соединительных проводников между кристаллом мощного транзистора и выводом, хотя при этом такие проводники имеют толщину 20-30 микрон и длину до 5 миллиметров. Для исследования виброперемещений объектов с такими малыми размерами другие способы измерения практически неприемлемы.

Также данный способ позволяет проводить измерения на высоких частотах, в том числе и выше 2 кГц, благодаря использованию быстродействующих камер или стробоскопического метода съемки.

Таким образом, использование видеозахвата можно эффективно применять для измерений малых виброперемещений.

Список литературы

1. С.М. Бородин, Р.И. Замалетдинов, М.К. Самохвалов. Диагностика виброперемещений методом видеофиксации // Автоматизация в промышленности. – 2018. – №4. – С. 54 – 57.

2. С.М. Бородин, Р.И. Замалетдинов, М.К. Самохвалов. Измерение амплитуды вибрации методом видеофиксации // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем: сборник научных трудов X Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции (с участием стран СНГ), посвященной 60-летию УлГТУ г. Ульяновск, 28–29 сентября 2017 г. – Ульяновск: УлГТУ, 2017. – С. 231 – 234.

Использование теплозащитных покрытий в лопатках газовых турбин

Измайлов Д.Т.
МАИ, Москва
darkhan_91kz@mail.ru

Лопатки газотурбинных двигателей являются наиболее нагруженными, ответственными и массовыми деталями авиационного ГТД. Они работают в чрезвычайно тяжелых условиях высоких температур и подвержены наиболее полному комплексу различных видов нагружений и повреждений, влияющих на их ресурс, — статическому, вибрационному, термоциклическому, коррозионному и эрозионному.

Жаростойкие покрытия должны по определению надежно защищать жаропрочный сплав от окисления при высокой температуре в течение длительного времени (1000 ч и более). Такие покрытия делятся на три типа:

• Конденсированные;
• Диффузионные;
• Конденсационно-диффузионные.

Нанесение того или иного типа покрытий обуславливается условием эксплуатации детали. При рабочих температурах на поверхности пера лопатки до 1000–1050°С применяются диффузионные алюминидные покрытия, что связано с относительной простотой и дешевизной технологии их получения. Кроме того, при нанесении диффузионных покрытий обеспечивается высокая адгезия покрытия с основным материалом. Однако при увеличении температуры свыше 1050°С диффузионные процессы на границе сплавов – диффузионного покрытия усиливаются, что приводит к снижению содержания алюминия в покрытии. Поэтому при высоких температурах долговечнее становятся конденсированные покрытия. В связи с различными свойствами данных типов покрытий целесообразно использовать комбинированные конденсационно-диффузионные покрытия.

Для исследований теплофизических свойств конденсатов выбраны три системы: ZrO2- 8%Y2O3, ZrO2-8%Y2O3-5%NiO и ZrO2-20%CeO2.

Керамика, содержащая CeO2, может быть перспективной для работы в средах, содержащих соединения серы. Исходные порошки ZrO2-8%Y2O3 получены гидроксидным способом. Состав ZrO2-20%CeO2 получался механическим смешением порошков с последующим отжигом при 1350°С – 10 часов.

Высокие значения теплопроводности керамических слоев, конденсированных из пара, объясняются их специфической структурой. Кристаллиты керамического слоя ориентированы перпендикулярно поверхности конденсации, в этом же направлении ориентирована и незначительная пористость (10-15%), получаемая в случае вращения подложек в паровом потоке. Эта пористость не может оказывать теплового сопротивления, подобного тому, которое отмечается на керамических слоях, сформированных плазмой. Кроме того, увеличение направленной пористости оказывает отрицательное влияние на долговечность керамического слоя из-за увеличения проникновения кислорода через слой керамики к поверхности подслоя.

Работы, выполненные в области теплопроводности твердых тел, показывают, что теплопроводность плотных неметаллических материалов зависит от наличия в их кристаллической решетке точечных дефектов и от структурных характеристик. Как было отмечено выше, структурные характеристики конденсированных керамических слоев зависят от многих технологических факторов их формирования. Эти структурные различия между керамическими слоями, полученными по различным технологиям, влияют на их температуропроводность значительно больше, чем ошибки, связанные с методическими особенностями измерений. Возможно, этим объясняются и расхождения в приводимых различными авторами значениях измеренной температуропроводности.

Структурные различия между исследованными конденсатами ZrO2-8%Y2O3 и ZrO2-8%Y2O3-5%NiO состояли в отсутствии текстуры в направлении [001] в конденсате с NiO и преобладанием в его фазовом составе тетрагональной фазы. В кристаллитах керамики ZrO2-8%Y2O3-5%NiO было отмечено появление выделений, возможно, оксида NiO. Кроме того, введение NiO оказывает влияние на структуру керамического слоя, уменьшая размер кристаллитов в 2–3 раза. Очевидно, эффект влияния NiO на теплопроводность связан как с появлением дополнительных вакансий в кристаллической решетке ZrO2, так и со структурными особенностями керамического слоя ZrO2-8%Y2O3-5%NiO, возникающими при использованной технологии его формирования.

Теплофизические свойства ТЗП с керамическими слоями составов, идентичных рассмотренным выше, исследовались в нескольких независимых лабораториях. По их данным, в интервале

температур от комнатной до 1200°С теплопроводность керамических слоев ZrO2-8%Y2O3- 5%NiO толщиной от 80 до 200 мкм составляет 0,8-1,0 Вт/м×К.

Список литературы

1) Научный вестник МГТУ ГА, 2014
2) Новые технологические процессы и надежность ГТД. ЦИАМ, вып 7.
3) Развитие авиационных ГТД и создание уникальных технологий
4) Состояние и перспективы применения теплозащитных покрытий.

Технологии формообразования глубоких отверстий малых диаметров в деталях из жаропрочных сплавов

Ковязин К.Е.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Курицына В.В.
МАИ, Москва
colonpraim@mail.ru

Процесс формообразования глубоких отверстий является достаточно трудоемким и связан с применением специального технологического оборудования и режущего инструмента [1].

В машиностроении серьезные проблемы возникают при формообразовании отверстий малых диаметров (0,2…2,0 мм), при обработке жаропрочных сплавов, затрудняющейся механической обработкой: высокое упрочнение материала в процессе деформации резанием, малая теплопроводность обрабатываемого материала, пониженная виброустойчивость движения резания и др [2].

Решением данной проблемы является использование твердосплавного инструмента при лезвийной обработке или электрофизического метода обработки, которые повышают технологичность изделия.

При обработке отверстий малого диаметра лезвийным инструментом необходмимо использовать микросверла, изготовленные из твердых наноструктурных материалов состава карбида вольфрама (WC) и/или кобальта (Co) [1]. Одни из разновидностей микросверл являются ружейные сверла, способные обрабатывать отверстия, достигая наибольшей эффективности на специализированных станках для сверления ружейными сверлами. Возможно использование и монолитных твердосплавных сверл, с использованием вспомогательных технологических операций и/или оснастки, обеспечивающих повышение качества с незначительным увеличением трудоемкости.

При обработке деталей ГТД из жаропрочных также используют струйную электроэрозионную обработку (ЭЭО).

Станки, на которых реализуется данная технология — электроэрозионная «супердрель».

Используется трубчатый электрод-инструмент, позволяющий подавать рабочую среду в зону обработки через внутреннее отверстие под давлением и вымывать образующиеся токопроводные частицы (шлам). Вращение, придаваемое инструменту, обеспечивает вынос частиц вследствие образования гидродинамических потоков, что способствует повышению производительности.

«Струйная» электроэрозионная обработка имеет преимущество перед традиционной в производительности (примерно в 40 для одиночного и в 12 раз для групповых), особенно при обработке относительно малых групп отверстий глубиной более 5 диаметров [3].

В результате сравнения формообразования глубоких отверстий малых диаметров (более 10xD) в деталях из жаропрочных сплавов методом сверления лезвийным инструментом из твердого наноструктурного материала и методом струйной электроэрозионной обработки с вращающимся трубчатым электрод-инструментом наиболее перспективным является последний, как высокопроизводительный, так и характеризуемый высокой точностью и качеством обработанной поверхности при обработке сплавов с твердостью HRC > 50.

Список литературы

1. Карабадин Д.А. Отработка технологии формообразования глубоких отверстий малых диаметров в деталях из титановых и жаропрочных сплавов Текст / С.Н. Карпенюк, Е.О. Пономарева. «МЕТАЛЛООБРАБОТКА», 2012. с. 22-23.
2. Подураев, В. Н. Резание труднообрабатываемых материалов Текст. / В.Н. Подураев -М.: Высш. шк., 1974. 587 с.
3. Физико-химические методы обработки в производстве газотурбинных двигателей: Учеб. пособие/ Ю.С. Елисеев, В.В. Крымов, А.А. Митрофанов и др.; Под ред. Б.П. Саушкина. – М.: Дрофа, 2002. – 656 с.

Актуальность создания информационной аэрокосмической платформы для комплексного мониторинга наземных объектов

Константинова Е.П.
Научный руководитель — Сельвесюк Н.Л.
МАИ, Москва
elena-konstantin@lenta.ru

В информационную эпоху проблема получения достоверной информации о различных территориях Земли является актуальной. Получение данных о наземных объектах при помощи методов ДЗЗ остается одним из главных источников качественного и проверенного контента. Данные, полученные с космических снимков, это один из самых всеохватывающих методов, предоставляющий полную и подлинную информацию о территориях Земли на сегодняшний день. Анализ космических снимков и их дешифровка дают возможность получения таких сведений о территории, как полная и своевременная информация о состоянии почвы, наличие в ней полезных веществ, температура, атмосферное давление и количество осадков. Так же, при комплексоном анализе данных, мы можем дать экологическую оценку местности.

Всю актуальную информацию из космоса нужно внедрять в различные сферы нашей жизни. Например, активно использовать обработанные данные для ведения сельского хозяйства. На спутниковых снимках прекрасно отображаются специфические черты, присущие тому или иному типу ведения сельского хозяйства. С помощью космической съемки существует возможность контролировать сроки сбора урожая и посева, тем самым оптимизировать управление сельскохозяйственным производством. При грамотной работе с методом дешифровки есть возможность решать правовые и закононарушающие ситуации.

Но на данный момент на территории Российской Федерации нет полного системного доступа ко всей актуальной базе данных. Для решения данной проблемы мы предлагаем создание информационной аэрокосмической платформы, имеющей открытый доступ и расположенной в сети интернета. Любой желающий может получить все необходимые данные о территориях и использовать их в целях, не противоречащих закону РФ о космических данных.

Список литературы

1. Песчанская Н. А., Степанова Н. И. Проблемы международно-правового регулирования использования космического пространства [Текст] // Актуальные вопросы юридических наук: материалы Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, ноябрь 2012 г.). — Челябинск: Два комсомольца, 2012. — С. 113-115. — URL https://moluch.ru/conf/law/archive/43/3027/ (дата обращения: 22.02.2019).
2. Голов Р.С., МетечкоЛ.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.
3. Петрукович А.А., Никифоров О.В.малые спутники для космических исследованийю // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы, 2016,- С. 22-31

Исследование многослойных многокомпонентных покрытий, наносимых электроискровым легированием на детали ГТД

Корешков А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бойцов А.Г.
МАИ, Москва
koresh199304@gmail.com

Одним из направлений повышения антифрикционных свойств, а также изностойкости поверхностей деталей ГТД является получение и нанесение методом электроискрового легирования (ЭИЛ) многослойных и многокомпонентных покрытий, содержащих частицы высокой твердости (карбиды, нитриды, бориды и др.) или частицы антифрикционного материала (графит, медь, бронзы, серебро, дисульфид молибдена, нитрид бора и т.д.).

Многокомпонентные многослойные покрытия используют для создания комплекса свойств поверхности: например, одновременное обеспечение сопротивления изнашиванию и антифрикционных свойств. Многослойные многокомпонентные покрытия обеспечивают повышенную адгезию к подложке. В качестве переходного связующего слоя применяется материал, который должен обеспечить хорошую адгезию как с подложкой, так и с покрытием. Связующий слой должен обеспечивает требуемую металлургическую совместимость слоев, для того чтобы избежать образования на границах с подложкой интерметаллидов, которые обладают высокой хрупкостью.

Принцип многослойности и многокомпонентности также может быть применен для повышения прочностных свойств покрытий, снижения пористости и релаксации внутренних напряжений. Тонкие покрытия, как правило, имеют более высокие характеристики плотности и прочности. Толстые покрытия почти всегда имеют внутренние напряжения, пористую структуру, высокую шероховатость и низкую сплошность покрытия, а также может наблюдаться коробление заготовки. Использование многослойного нанесения позволяет получать покрытия требуемой толщины, лишенные перечисленных недостатков.

Принцип многослойности позволяет получать мелкозернистые покрытия, локализовать и залечивать микротрещины, формировать остаточные напряжения сжатия, управлять градиентами твердости и остаточных напряжений по толщине покрытия, снизить тепловые деформации на границе покрытия с подложкой.

Многокомпонентное легирование поверхности может производиться:

• С использованием материалов легирующих электродов, содержащих необходимые компоненты;

• Легирующих электродов, собранных из проволок различных материалов;

• Последовательным ЭИЛ различными материалами.

Получение многослойных покрытий способами ЭИЛ возможно в том случае, если материалы легирующих электродов, используемых для получения отдельных слоев, значительно отличаются по теплофизическим свойствам (сопротивлению электрической эрозии). Например, первый слой нанести твердым сплавом (ВК6–М, Т15К6), а затем произвести ЭИЛ легкоплавким легирующим электродом (бронза, латунь, алюминий, олово и т.д.). При такой технологии перемешивания отдельных слоев практически не происходит и можно говорить о слоистости полученного покрытия.

Исследование методов электроэрозионной обработки и ее применение в авиастроении

Королев Н.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Курицына В.В.
МАИ, Москва
nik_korolev@mail.ru

Под электрической эрозией токопроводящих материалов понимается разрушение поверхности материала под воздействием импульсов электрического тока.

Процесс электроэрозионной обработки (ЭЭО) представляет собой разрушение металла или иного токопроводящего материала в результате локального воздействия кратковременных электрических разрядов между двумя электродами, один из которых является обрабатываемой деталью, а другой − электродом-инструментом (ЭИ).

Под воздействием высоких температур в зоне разряда происходит нагрев, расплавление и частичное испарение металла.

Для получения высокой температуры в ограниченной области малого объема необходима большая концентрация энергии. Для достижения этой цели используют электроимпульсный и искровой электрические разряды, а электроэрозионная обработка осуществляется в жидкой среде.

Рабочая среда осуществляет охлаждение рабочей зоны и предотвращает оплавление поверхности электродов.

На обрабатываемость металлов и сплавов резанием существенное влияние оказывают их физико-механические свойства, такие как вязкость, твердость, хрупкость. От их значений, при прочих равных условиях, зависит скорость съема материала в единицу времени.

На обрабатываемость материалов электроэрозионным способом оказывают влияние теплофизические свойства материалов. Чем выше температура плавления обрабатываемого материала, тем меньше материала будет удалено единичным разрядом.

При электроэрозионной обработке вязкие сплавы обрабатываются лучше, чем сталь 45, а твердые сплавы, которые обычным резанием не обрабатываются, электроэрозионным способом могут быть обработаны.

Твердый сплав обрабатывают малыми по времени импульсами, обеспечивающими высокую температуру в момент разряда.

Жаропрочные сплавы из-за своей вязкости обычным резанием обрабатываются значительно хуже, чем конструкционные или инструментальные стали, а электроэрозионным методом− лучше. Объясняется это тем, что жаропрочные сплавы имеют низкую теплопроводность и теплоемкость, а именно эти свойства материалов и оказывают существенное влияние на обрабатываемость их электроэрозионным способом.

Обрабатываемость вязких алюминиевых и магниевых сплавов также выше, чем у сталей. Обработку этих сплавов можно осуществлять на всех возможных режимах ЭЭО.

Электроэрозионная обработка хорошо зарекомендовала себя в обработке бериллия, используемого в тормозных системах и заменившего сталь.

С помощью ЭЭО можно обрабатывать новые керамические и композиционные материалы, такие как углерод-углеродные композиционные материалы, предназначенные для создания теплонагруженных деталей планера воздушно-космических и гиперзвуковых самолетов, газотурбинных двигателей, деталей сопловых блоков ракет, тормозов самолетов и др., имеющие высокую твердость и высокие концентрации напряжений по определенным направлениям, что вызывает проблемы при механической обработке.

ЭЭО показывает высокую эффективность при обработке титана. Этим методом возможно получение сквозных или глухих отверстий малого диаметра в охлаждаемых титановых лопатках турбины и форсунках.

Электроэрозионным способом целесообразно обрабатывать фасонные формующие полости, которые обычно получают обработкой на копировально-фрезерных станках или на станках с программным управлением.

Применение ЭЭО позволяет получить каналы практически любой формы и в труднодоступных местах.

Большим преимуществом при электроэрозионной обработке является отсутствие силового фактора, позволяющее обрабатывать детали практически любой сложности.

Электроэрозионные станки работают автономно, поэтому один оператор параллельно обслуживает несколько станков.

Положительными свойствами поверхности после ЭЭО является повышение ее твердости при сохранении вязкости сердцевины, большое количество лунок на поверхности и их плавное сопряжение.

Одновременно с отмеченными достоинствами электроэрозионный метод имеет некоторые недостатки. Так, при обработке деталей на чистовых режимах производительность обработки невысока. Необходимость применения рабочей жидкости с высокими диэлектрическими свойствами, в среде которой проводится обработка, усложняет конструкцию станка и затрудняет его обслуживание. Точность обработки и чистота обработанной поверхности при ЭЭО зависят от многих факторов, учет которых не всегда возможен. После обработки детали возможно возникновение микропор, трещин, а также остаточных растягивающих напряжений.

Анализируя перечисленные достоинства и недостатки, можно сделать вывод о том, что преимущества электроэрозионного метода обработки металлов проявляются особенно заметно при изготовлении деталей сложной формы из труднообрабатываемых сталей и сплавов.

Список литературы

1. Немилов Е.Ф. Электроэрозионная обработка материалов. — Л.: Машиностроение, 1983

2. Попилов Л.Я. (1971) Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов

3. Волков Ю.С. Электрофизические и электромеханические процессы обработки материалов. Учебное пособие - 2016. 396 с.

Инновационный потенциал аддитивной технологии селективного лазерного сплавления

Краснова Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Саушкин Б.П.
Московский Политех, Москва
katusha0112@yandex.ru

Технологии селективного лазерного сплавления (SLM-технологии) получают все большее распространение в ракетно-космическом машиностроении, главным образом благодаря своей мобильности, то есть возможности резкого сокращения цикла технологической подготовки производства сложных изделий из металлов и сплавов [1]. Этот фактор особенно важен в условиях опытно-экспериментального, единичного и мелкосерийного производства новой техники, поскольку позволяет существенно сократить сроки создания инновационной наукоемкой продукции, снизить удельные ресурсозатраты, освоить новые рынки или ниши [2]. Вместе с тем, в процессе проводимых НИОКР выявляются и определяются организационные и технологические проблемы, которые необходимо решить для успешного использования SLM-технологий. Так, в процессе проведения

проекта LCUSP NASA по проверке возможности снижения себестоимости ЖРД за счет использования аддитивных технологий определились следующие проблемы [3]: а) недостаточность знаний о процессах взаимодействия лазерного излучения с веществом в условиях лазерного сплавления порошковых материалов; б) относительно низкая производительность существующего технологического оборудования; в) недостаточный уровень методического и технического обеспечения процессов контроля качества исходных материалов и конечных изделий; г) необходимость совершенствования процессов сертификации изделий, изготовленных по аддитивным технологиям. Одним из эффективных направлений решения организационно-технологических проблем создания наукоемкой продукции с использованием новых технологий является анализ инновационного потенциала таких технологий с точки зрения оценки способности и готовности их к дальнейшему повышению уровня качества и конкурентоспособности [4]. Такой анализ позволяет выявить тенденции развития технологии путем ее улучшения, сделать обоснованные прогнозы, выявить сильные и слабые стороны, установить ее глобальную или локальную конкурентоспособность, снизить риски при ее освоении, оптимизировать подготовку квалифицированных кадров. При формировании структуры ИП технологии выделяют ее ресурсные, институциональные (внешние и внутренние) и результативные аспекты. Для SLM–технологии целесообразно выделить три вида наиболее важных ресурсных элементов: 1) материально-технический ресурс − исходные материалы, технологическое оборудование, в том числе оборудование для неразрушающего контроля; 2) интеллектуальный ресурс – база знаний, база данных, высокая интенсивность и качество информационного обмена с внешней средой, уровень развития виртуальных технологий; 3) кадровый ресурс – высококвалифицированные специалисты, способные обеспечить максимальную эффективность инновационной деятельности на стадиях технологической подготовки производства и серийного выпуска продукции. Заметим, что SLM-технологии отражают одну из значимых тенденций развития современного общества − переход от материальной к интеллектуальной экономике, основанной на применении в качестве прямой производительной силы способности человека генерировать новые знания. Оценивая роль и значение ИП технологии, как фактора ее конкурентоспособности, необходимо выделить следующие важные аспекты: 1. Принципиальная возможность количественной оценки величины ИП новой технологии позволяет обоснованно подходить к решению задачи ее дальнейшего устойчивого развития и рыночной востребованности. Очевидно, что для решения проблем совершенствования технологии, повышения уровня ее качества необходимо предварительно повысить ее ИП за счет увеличения ресурсной базы. 2. Следует заметить, что высокий инновационный потенциал основных технологий определяет ключевые факторы успеха деятельности предприятия: высокая конкурентоспособность производимой продукции, наличие отличительных свойств, способствующих лучшему восприятию ее со стороны потребителя; маркетинговые преимущества за счет высоких темпов создания и поставки на рынок новой продукции, расширения доли соответствующего сектора рынка; технологические преимущества за счет формирования и поддерживания мощного научно-технологического задела. 3.Развитие производственных предприятий происходит, как правило, в условиях ограниченных ресурсов, поэтому важнейшей задачей, решаемой путем анализа и оценки ИП новой технологии, является определение тех неиспользованных резервов и направлений ее развития, которые могут обеспечить реальную или максимальную социально-экономическую отдачу.

Список литературы

1. Jones C.P., Robertson E.H., Koelbl M.B. Additive manufacturing a liquid hydrogen rocket engine. NASA review. Marshall Space Flight Center. 2015.

2. Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Аддитивные технологии для авиакосмической техники / Аддитивные технологии. 2016, №1.–С.30−38. 3. Robertson E.H. Additive manufacturing demonstrator engine. NASA presentation. Marshall Space Flight Center. 2016.

4. Моргунов Ю.А. Саушкин Б.П. Машиностроение в условиях инновационной парадигмы развития производственных систем.–М.:Изд-во Московского политеха. 2019–348 с.

Анализ дефектов сборки ТНД и способы их устранения

Кудряшов М.И.
Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.
МАИ, Москва
4kmi@bk.ru

Турбина низкого давления (ТНД) – узел авиационного двигателя, расположенный после турбины высокого давления. Рабочим телом данной турбины выступает смесь горючих газов, поступающих из

камеры сгорания. Турбина придает смеси необходимое давление, для перехода ее в форсажную камеру или сопло.

Дефекты, возникающие в роторе ТНД, можно условно разделить на производственные, сборочные и эксплуатационные. Все это дефекты, касающиеся всех деталей данного узла в целом. Для отдельных деталей можно также выделить отдельные группы. Так, для основных деталей, таких как диск и вал, подходит разделение на поверхностные и внутренние дефекты, ввиду сложности и ответственности их конструкции, что обуславливает значительные требования по качеству [1−3].

Поверхностные дефекты могут возникнуть на любом этапе производства и при механической обработке [4], поскольку включают в себя: налет, коррозии, забоины, надиры, риски, наклеп, следы схватывания, отклонения посадочных размеров и овальности, эрозию.

Внутренние дефекты, как правило, возникают в процессе эксплуатации под воздействием сил, действующих на узел, хотя некоторые из них зарождаются еще на стадии производства, в виду накопления различных ошибок.

Незначительные дефекты могут быть устранены еще на стадии производства, но накопление этих дефектов могут иметь катастрофические последствия. Все изготовленные детали перед сдачей в сборочный цех проходят осмотр в БТК. Строгому контролю подвергаются посадочные размеры, которые обеспечивают определенный натяг для деталей узла.

Для примера рассмотрим ротор ТНД. Одним из наиболее ответственных размеров является посадочный диаметр на переднем валу турбины. Он включает в себя два посадочных диаметра, шлицы и переход. На участке сборки контролируются лишь посадочные диаметры, шлицы и переход не измеряются. Ответная часть располагается во внутренней части переднего и заднего носков ротора. Там, в свою очередь, также замеряются лишь посадочные диаметры. По результатам замеров высчитывается натяг, с которым диск должен быть запрессован на вал. Если натяг будет превышен, то при демонтаже на посадочном диаметре останутся сильные надиры, риски и даже наклеп металла. В данном случае, как правило, страдает именно вал ТНД, поскольку диск выполнен из более прочного сплава. Если натяг будет недостаточно сильным, то возникнет нежелательный люфт, который приведет к усиленной вибрации еще на стадии балансировки узла и может нанести сильный ущерб деталям вплоть до сколов и деформации посадочных шлицов.

На основании этого необходимо учитывать не только посадочный диаметр на роторе, но и подбирать подшипники и коллекторы с посадочным диаметром, который будет соответствовать ТУ и обеспечивать допустимый натяг.

Еще один из наиболее распространенных дефектов при производстве роторов и валов турбин − это дефекты резьбы. Неправильная геометрия или шаг резьбы приводит к тому, что гайка не навернется на данную резьбу. Также при затягивании ее редукторным ключом, она может начать сминать или срезать металл на резьбе, что приведет ее в полную негодность, а также может нанести повреждения гайке. При разрушении резьбы гайка, затянутая на определенный момент, может заклинить, и данное соединение будет забраковано. Также стоит учитывать, что дефект может содержаться и в самой гайке, помимо дефекта резьбы может быть еще дефект напыления.

На стадии производства могут быть заложены микродефекты, которые в процессе эксплуатации могут развиться в более серьезные внутренние или поверхностные дефекты.

ДефектЫ можно разделить на несколько групп по способу их устранения: легко устраняемые, средней степени сложности, трудно устраняемые и неустранимые.

В докладе даны рекомендации по возможному устранению дефектов, возникающих или проявляющихся при сборке ТНД. Приведенные рекомендации могут быть полезны для повышения качества сборки ТНД, а также и всего создаваемого изделия.

Список литературы

1. 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.

2. Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Повышение качества продукции авиапрома / Восьмой международный аэрокосмический конгресс. Тезисы докладов. 2015. С. 199-200.

3. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Вопросы качества авиационной техники / Девятый международный аэрокосмический конгресс. Тезисы докладов. 2018. С. 174–175.

4. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Влияние механической обработки на свойства КМ на основе высокотемпературных карбидов с металлическими наполните-лями // Авиационная промышленность, 2017, № 4. С. 42–45.

Исследования прогрева частиц порошка Zr02 в пульсирующем плазменном потоке с целью управления характеристиками теплозащитного покрытия

Ланкин А.Б., Куликов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бабин С.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
lankin.99@mail.ru

Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) обладают уникальными прочностными характеристиками при высоких температурах и являются перспективными материалами для применения их в авиационной и космической промышленности. Недостатком их является высокая активность взаимодействия с другими материалами при высоких температурах, низкий коэффициент термического расширения, высокая окисляемость, начиная с температур порядка 250-3000 С.

Для обеспечения работоспособности УУКМ при температурах 20000 С в окислительной среде продуктов сгорания углеводородов используют композиционные защитные покрытия. В настоящей работе рассматриваются вопросы управления прогревом порошка окиси циркония в потоке низкотемпературной плазмы технологического плазмотрона при плазменном напылении теплозащитных покрытий и обеспечение требуемых свойств покрытия. С этой целью была разработана модель взаимодействия (прогрева и ускорения) частиц порошка ZrO2 с пульсирующим потоком аргоно-азотной плазмы. Математическая модель позволяет задавать параметры плазменного потока, характеристики и размеры напыляемого материала. Параметры пульсации плазменной струи были определены при исследовании крупномасштабных колебаний мощности технологических плазмотронов.

При построении модели и ее расчете импульс плазменной струи разбивается на элементарные промежутки времени. В пределах этого периода параметры плазмы считались неизменными, а участки плазменного потока, соответствующие этому периоду, невзаимодействующими. Для описания процесса ускорения частиц в потоке плазмы использовалась модель расчета, предложенная в работах [1,2].

Используя данную модель, рассматривался процесс формирования промежуточного слоя покрытия из ZrO2 при импульсном подводе энергии к плазматрону. Оценки показали, что частицы порошка, подаваемые в плазматрон за период импульса мощности, движутся от плазматрона до напыляемой поверхности без перемешивания. Таким образом, при напылении импульсным плазменным потоком покрытие формируется последовательными слоями «холодных» и «горячих» частиц.

Присутствие небольшого количества «холодных» частиц (оплавленных только с поверхности) может привести к существенному снижению адгезионной и когезионной прочности покрытия. Моделирование прогрева позволяет выбирать такие режимы работы плазмотрона, при которых количество «холодных» частиц сводится к минимуму.

Для оценки влияния прогрева частиц из ZrO2 был произведен расчет, в котором оценивалось, насколько снижается прочность связи покрытия с основой по сравнению с покрытием, сформированным из полностью проплавленных частиц, в зависимости от амплитуды колебания мощности, потребляемой плазматроном. В расчетах использовались данные работы [2]. Градиент температур внутри частицы определялся по номограммам [3].

Список литературы

1. Донской А.В., Клубникин В.С. Электроплазменные процессы и установки в машиностроении, Л.: Машиностроение, 1979.- 220 с.

2. Бабин С.В. Разработка и исследования слоистых структур, повышающих эксплуатационные свойства лопастей винтовентиляторных двигателей. Диссертация на соискание степени кандидата технических наук, М.: 1991.- стр.107-126.

3. Усов А.Т. Приближенные методы расчета температур нестационарно нагреваемых тел простой формы, М.: Машиностроение, 1973.- стр. 24-39

Исследование структуры и фазовых превращений нержавеющей стали PH1, полученной по технологии селективного лазерного плавления, после термических обработок

Лещева А.С., Никифоров С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
lesheva_aleksandra@mail.ru

Нержавеющая сталь PH1 обладает высокой коррозионной стойкостью, так как в ее химическом составе около 14% хрома; кроме этого, она отличается высокой твердостью и прочностью на растяжение, поэтому данная сталь может быть использована для изделий авиастроения, автомобильной промышленности и машиностроения. В работе исследуется структура и фазовые превращения нержавеющей стали PH1, полученной по технологии селективного лазерного плавления, после двух различных термических обработок.

Для изучения влияния термической обработки на структуру стали было выращено три образца, два из которых были подвержены выдержке в печи и последующему охлаждению на воздухе. Первый образец выдерживался в печи при температуре 500 ℃ в течение 1,5 часов с охлаждением на воздухе, второй – при той же температуре в течение 3 часов также с охлаждением на воздухе. В результате проведенных экспериментов была измерена твердость образцов, а также исследована их структура. Твердость исходного образца, выращенного по технологии селективного лазерного плавления, составила 518 HV, твердость образца после выдержки в печи в течение 1,5 часов при 500℃ стала 616 HV, а у образца после выдержки в печи в течение 3 часов – 651 HV. Термическая обработка образцов позволила увеличить твердость нержавеющей стали PH1 на 25%.

Исходный образец имел игольчатую мелкодисперсную структуру (мартенсит), которая по своим первоначальным свойствам превосходит изделия, полученные традиционными методами литья. Полученные после термических обработок структуры отличаются ориентацией зерен относительно друг друга. При рассмотрении структур образцов под микроскопом было также обнаружено увеличение количества самих иголочек мартенсита, что отразилось на результатах по измерению твердости.

Список литературы

1. Kuryntsev S.V. The influence of pre-heat treatment on laser welding of Tjoints of workpieces made of selective laser melting steel and cold rolled stainless steel // Optics & Laser Technology. November 2018. Pages 59-66.

2. Безобразов Ю.А, Зленко М.А, Зотов О.Г., Колбасников Н.Г. Анализ структуры образцов, полученных DMLS- и SLM- методами быстрого прототипирования // Материалы 6-й международной молодежной научно-практической конференции «Инновационные технологии в металлургии и машиностроении. Уральская научно-педагогическая школа имени профессора А. Ф. Головина». Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2012. С. 154–157.

Применение аддитивных технологий при создании рабочего колеса насоса, работающего в среде сильного электролита

Лихачев А.С., Грибанов А.Н., Уланова Е.С.
Научный руководитель — Васильева Т.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
lixacheow.alexei@yandex.ru

В аэрокосмической отрасли применяются материалы с особыми физико-механическими свойствами, такими как высокая прочность и твердость. Формообразование деталей из них часто производится с помощью электрохимической обработки (ЭХО). Для обработки ряда материалов, например коррозионностойких сталей и твердых сплавов, применяют раствор NaCl. Помимо анодного растворения детали-заготовки в ходе процесса ее формообразования, повышенному износу подвергаются узлы самого станка для ЭХО, в частности насос, который обеспечивает циркуляцию электролита. Поэтому для повышения безотказности станка и уменьшения разброса в течение длительного периода времени показателей, зависящих от объема прокачиваемого электролита, были выполнены работы по замене материалов рабочего колеса и деталей насоса на материал ABS-пластик, который не подвергается коррозии.

Проведены экспериментальные исследования по изучению свойств образцов из ABS-пластика и проверена работоспособность пластикового рабочего колеса и корпуса крышки насоса станка для электрохимической обработки деталей.

В работе выявлены изменения механических свойств опытных образцов, обуславливаемые влиянием технологии их получения на взаимодействие самих образцов с окружающей средой. Подробно рассматривается влияние агрессивной среды на детали, выполненные по технологии послойного наплавления материала (FDM). Представлены графические материалы. На основании проведенных экспериментов показано, что изделия, выполненные этим методом аддитивной технологии, могут заменять детали станков и агрегатов, работающих в агрессивных средах.

Список литературы

1. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016.–656с

2. Кугультинов С.Д., Ковальчук А.К., Портнов И.И. Технология обработки конструкционных материалов: Учебник для вузов. — М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2006. — 672 с.: ил.

3. Степанова Е.Ю., Барсуков Г.В., Степанов Ю.С. Прорывные технологии нового поколения формообразования пространственно-сложных поверхностей наукоемких изделий

4. Электронная химическая энциклопедия. URL: http://www.cnshb.ru/AKDiL/0048/base/RA/010001.shtm Дата обращения: 12.09.2018

5. Энциклопедия 3д-печати. URL: http://3dtoday.ru/wiki/ Дата обращения: 12.09.2018

Режущие инструменты с автономным охлаждением с использованием тепловых труб

Моргачев О.А., Журавлев А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юрин В.Н.
МАИ, Москва
darkone2507@mail.ru

В связи с проблемами повышения стойкости режущих инструментов, а в последние годы – проблемами экологии и сухого резания труднообрабатываемых материалов, используемых в авиакосмическом машиностроении, актуальны вопросы использования тепловых труб (ТТ), обеспечивающих снижение температуры режущих инструментов.

ТТ – герметичные теплопередающие двухфазные испарительно-конденсационные устройства, в которых осуществляется перенос скрытой теплоты парообразования, образующейся при испарении жидкости в зоне подвода тепла и конденсации ее паров в зоне отвода с замкнутой циркуляцией теплоносителя. ТТ – экологичные автономные устройства высокой теплопроводности.

Первоначально использование ТТ в режущих инструментах было предложено в 1969 году для повышения их стойкости [1], позднее − в работе [2] − инструменты с встроенными ТТ получили название инструментов с автономным охлаждением.

Для систематизации и идентификации этих инструментов, следуя опыту работы [3], в докладе разработана морфологическая матрица режущих инструментов с автономным охлаждением с использованием ТТ, составленная по результатам анализа ряда отечественных и зарубежных публикаций и патентов. Здесь каждый из таких инструментов описывается в виде определенного набора параметров и значений этих параметров (конкретных вариантов реализации). В качестве упомянутых параметров инструментов (столбцов А – Н морфологической матрицы) предложено использовать: А. Режущий инструмент – Б. Вид ТТ – В. Количество ТТ в инструменте – Г. Размещение зоны испарения – Д. Расположение (ориентация) ТТ – Е. Потоки пара и жидкости – Ж. Зона конденсации ТТ – И. Возврат конденсата – К. Связь зон испарения и конденсации – Л. Термическое сопротивление ТТ – М. Регулирование термического сопротивления ТТ – Н. Устройство регулирования.

ТТ использовались в большинстве случаев в резцах, есть примеры сверла, фрезы и монокристального абразивного инструмента. Применялись 3 вида ТТ: фитильная, гладкостенная (термосифон) и контурная (кольцевая) с размещением зоны испарения в корпусе. Отвод тепла в зоне конденсации ТТ осуществляется [4] теплообменником (воздушным, водяным) или контейнером с плавящимся веществом. Возврат конденсата − с использованием капиллярных или гравитационных сил. Связь зон испарения и конденсации ТТ бывает жесткой или гибкой, термическое сопротивление ТТ постоянным (у нерегулируемых ТТ) и переменным (у регулируемых). Регулирование термического сопротивления нерегулируемых ТТ проводится усилением циркуляции только пара, только жидкости или и пара и жидкости, а регулируемых ТТ − изменением давления неконденсируемого газа. Устройства регулирования ТТ реализуются изменением площади зоны

конденсации, изменением угла наклона ТТ, с помощью импульсного источника тепла, полупроводниковых элементов разной проводимости или термоэлектрического модуля Пельтье.

В докладе представлены примеры описания конструкций инструментов с автономным охлаждением.

Разработанная морфологическая матрица может быть использована для компактного представления множества существующих инструментов с автономным охлаждением, а также при поиске новых их конструкций на основе системного анализа вариантов конструкций.

Список литературы

1. Юрин В.Н. Исследование возможности повышения технологической надежности металлорежущих станков путем управления их тепловыми деформациями: автореферат дисс. ... канд. техн. наук. - М.: МАТИ, 1971. - 26 с.

2. Резников А.Н. Резцы с автономной системой охлаждения. /А.Н. Резников, Н.И. Живо-глядов. // Станки и инструмент, 1989, №6. - С. 40-41.

3. Юрин В.Н. Автоматизация ранних стадий проектирования средств повышения качества станков путем управления их тепловыми деформациями. – М.: ВНИИТЭМР, 1991. – 72 с.

4. Дубров Д.Ю. Экологически безопасная автономная система охлаждения сборных резцов на основе фазовых переходов первого рода. /Д.Ю. Дубров, А.Н. Чукарин. //Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения /РГУПС, 2011, №2. – С. 5-13.

Восстановление упрочненных авиационных деталей на основе высоколегированной жаропрочной стали ЭП517-Ш с использованием технологии DMD

Никифоров С.А., Лещева А.С., Васильев И.С.
Научный руководитель — к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
sergiys210395@gmail.com

В связи с бурным развитием технологии DMD (Direct Metal Deposition) и рядом ее технологических преимуществ по отношению к уже существующим технологиям наплавки и восстановления деталей (плазменной струей с токоведущей присадочной проволокой, плазменной дугой с нейтральной присадочной проволокой, комбинированной (двойной) дугой одной проволокой, и др. [1]) возникает необходимость изучения особенностей наплавки с использованием технологии DMD.

Для изучения этого вопроса нами был взят уже упрочненный образец сплава марки ЭП517-Ш, который хорошо себя зарекомендовал в машиностроении и авиастроении. Жаропрочный мартенситостареющий сплав 15Х12Н2МВФАБ-Ш (ЭП517-Ш) позволяет сохранять прочностные характеристики деталям, находящимся под большой нагрузкой и в условиях повышенных температур (температур до 650 С). Поэтому 15Х12Н2МВФАБ-Ш нашел широкое применение при изготовлении деталей машин, деталей специальной техники, азотируемых деталей для авиастроения, колец цельнокатаных различного назначения. Использование технологии DMD позволяет восстановить и упрочнить изделия из материалов с улучшенными характеристиками за меньшее время и с меньшими затратами, чем это позволяют традиционные технологии [2]. Покрытие, получаемое с использованием выбранного порошка Colmonoy 62, позволит детали приобрести устойчивость к абразивному, коррозийному и ударному износам. Номинальная композиция Colmonoy 62 в %: Ni 3B 4.5Si 4Fe 14Cr 0.7C.

В результате наплавки прочность оболочки сплава возросла в 1,4 раза. Наблюдается четкая граница сплавления, размеры переходной зоны составляют 4 мкм. Обеспечивается структурная однородность сплава наплавки в различных микроучастках, наплавленный слой плотный, отсутствуют включения, усадочные раковины, поры, кристаллизационные трещины.

С использованием оптического микроскопа Axio Observer A1m Carl Zeiss с программным обеспечением Tixomet был произведен анализ структуры сплава. Визуальный анализ показал четкое разграничение структур ЭП517-Ш и Colmonoy 62, размер границы составляет 4 мкм. Наблюдается структурная однородность, высокая плотность, отсутствие включений и дислокаций во всех изученных микроучастках Colmonoy 62.

В завершение хотелось бы отметить, что перспективу развития технологии Direct Metal Deposition нельзя недооценивать. Уже сейчас ведется активное внедрение аддитивных технологий в производственный цикл предприятий.

Инновационный потенциал технологии комбинированной электроэрозионной – электрохимической обработки материалов

Овчинников Д.В., Тучак С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Моргунов Ю.А.
Московский Политех, Москва
mitya.ovchinnikov.95@mail.ru

Для решения сложных технологических задач создания изделий авиационно-космической техники широко используются различные методы физико-химической обработки. Появление новых материалов, многие из которых обладают низкой обрабатываемостью резанием, проблемы с получением отверстий малого диаметра относительно большой глубины со специфическими требованиями к качеству их поверхностей, а также необходимость интенсификации процесса обработки – все эти факторы привели к появлению целого ряда комбинированных методов.

Электроэрозионная (ЭЭО) и электрохимическая обработка (ЭХО) относятся к бесконтактным методам формообразования, основанным на физико-химических эффектах разрушения материала. Эти методы обладают известными достоинствами и недостатками, имеют свои рациональные области применения.

Создание комбинированного электроэрозионно-электрохимического метода обработки (ЭЭХО) позволило расширить технологические возможности, минимизировать недостатки и подчеркнуть преимущества отдельных характеристик ЭЭО и ЭХО. Одним из направлений этого метода является обработка непроводящих и плохо проводящих электрический ток материалов (керамика, стекло и пр). К настоящему времени комбинированные методы обработки получили значительное распространение в машиностроении, формируется и развивается их понятийный аппарат.

С помощью ЭЭХО появляется возможность изготовления инструментов с высокоточной микроструктурой с жестким допуском на размер, используемых в технологиях репликации, таких как микроинжекционное формование или горячее тиснение.

Так как удаление материала в результате электрохимической реакции происходит одновременно с электрическим разрядом, уменьшение значений длительности энергетических импульсов позволяет локализовать зону растворения, тем самым повышая точность обработки. При решении актуальной задачи получения в изделиях глубоких отверстий малого диаметра предложены различные технические и организационные решения.

Результаты проведенных экспериментов показывают, что использование электрохимической составляющей разрядного импульса (напряжение менее 20…24 В) позволяет заметно изменять форму отверстий и показатели качества поверхностного слоя. Так, при электроэрозионной прошивке с калибровкой получаем отверстия с незначительными значениями погрешностей формы в продольном и поперечном направлениях, но относительно высокой шероховатостью поверхности и наличием, как правило, дефектного слоя.

Прошивка с электрохимической составляющей импульса напряжения приводит к снижению машинного времени обработки, величина которого зависит от формы импульса и относительной доли электрохимической составляющей. При этом качество поверхностного слоя улучшается: снижается шероховатость и удаляется дефектный слой. В еще большей степени улучшаются показатели качества поверхностного слоя при электрохимической калибровке отверстия после ЭЭО. Однако в этом случае снижается производительность обработки. Стоит отметить, что использование электрохимической составляющей потребует корректировки электрода-инструмента при наличии жестких требований к кромке отверстия.

Повышение характеристик топливной конструкции ракеты-носителя

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. Ракета должна быть чрезвычайно легкой, что достигается рациональным использованием технологических решений. Модернизировав процесс изготовления продукции, можно сократить затраты на обработку, при которой качество детали должно не только не упасть, но и, наоборот, стать лучше. Для этого необходимо внедрять новые методы обработки для улучшения основных свойств деталей ракетостроительной отрасли.

Изучив более подробно существующие методы повышения эксплуатационных свойств, можно сделать вывод, что к наиболее эффективным методам относят метод микродугового оксидирования.

Микродуговое оксидирование позволит создать на поверхности изделия керамическое многофункциональное покрытие, сочетающее высокую твердость, повышенную прочность, коррозионную и химическую стойкость.

В работе представлена модернизация технологического процесса изготовления фланца топливного бака, на МДО. Вследствие модернизации достигается повышенная коррозионная стойкость деталей топливной конструкции, повышается прочность, вследствие чего можно уменьшить площадь сечения детали. Это повлечет за собой уменьшение массы изделия, без потерь прочностных характеристик, сократив затраты на материал при изготовлении. В основе подбора режимов была положена теория планирования эксперимента. На основе реализации матрицы центрального композиционного плана для 2к. Анализ эксперимента позволил установить оптимальные параметры обработки, что позволило существенно повысить эффективность и надежность обеспечения выходных параметров поверхности после МДО. Экспериментально были уставлены оптимальные параметры обработки, что позволило существенно повысить эффективность и надежность выходных параметров. К тому же, МДО-технологии являются: более простыми, не требующими особой подготовки, более безопасными, так как применяются экологически чистые электролиты. В итоге переход на МДО подтверждается экономической целесообразностью.

Особенности создания 3D-геометрии наплавочных сопел для моделирования в OpenFOAM

Паруллин А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цивильский И.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
drozis@mail.ru

Для лучшего понимания процессов при лазерной наплавке и оптимизации конструкции и условий работы аддитивных установок необходимо математическое моделирование их ключевого элемента − наплавочного сопла. Первым этапом является создание и подготовка CAD – модели для последующего расчета в конечном элементном решателе, например, OpenFOAM. Для этого применяются два подхода: полигональная сетка в Blender и сплайновые nurbs-поверхности в среде инженерного моделирования FreeCAD. Моделирование в Blender позволяет сразу создать полигональную поверхностную сетку, которая при экспортировании в STL-формат, понятный препроцессору OpenFOAM snappyHexMesh, не изменится. Однако логические операции вычитания, пересечения или объединения на полигональных моделях не всегда оправданны, поскольку мелкие треугольные грани, из которых состоит поверхность, не всегда корректно обрабатываются при построении пересечений. FreeCAD, напротив, оперирует сплайновыми поверхностями, для которых логические операции выполняются естественным образом в нескольких режимах, таких как Sketcher и Part. Однако при экспорте поверхностей в STL они будут триангулироваться неконтролируемым образом, в отличие от Blender, что может приводить к нежелательными искажениям геометрии сопла. Недостатком Blender является то, что он недостаточно гибок в плане изменения топологии или размеров конструктивных элементов готовой сборки сопла. Для исключения недостатков обоих подходов в ходе текущего исследования и тестирования на соплах различной сложности выяснено, что базовую модель следует создавать во FreeCAD, после чего ее необходимо разделить на составные части. Для детализирования модели, созданной во FreeCAD, необходимо затем экспортировать ее в Blender, сгенерировать недостающие треугольные грани (при необходимости) командой "cap holes", а затем воспользоваться командой "export selected" и сохранить каждую часть в отдельный STL-файл.

Перед моделированием динамики газопорошковой смеси в OpenFOAM необходимо собрать каждые STL в одном общем STL-файле, это легко выполняется простым копированием этих текстовых файлов, причем каждая поверхность должна быть отделена тегами "solid Name – endsolid Name". В данном случае использовалась объемная сетка 100x100x100 ячеек, т.к. трубки сопла имеют небольшой внутренний диаметр по сравнению с размерами самого сопла. После генерации объемной сетки необходимо задать материал, в данном случае воздух, поверхность сопла задать как стенка без проскальзывания (что соответствует нулевой скорости течения на гранях), входы трубок – фиксированная скорость течения с нулевым градиентом давления, свободные выходы − атмосферное давление с нулевым градиентом скорости по нормали к поверхности. Уравнения течения газа решаются методом конечных объемов, тип решателя: buoyantPimpleFoam, режим течения − ламинарный.

Сравнительная оценка эффективности цементации и азотирования для химико-термической обработки деталей ГТД

Подъельская М.Д.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Хопин П.Н.
МАИ, Москва
mary.pod14@yandex.ru

Цементация и азотирование − одни из наиболее часто применяемых методов химико-термической обработки для поверхностного упрочнения и повышения износостойкости деталей общего машиностроения, и в частности, нагруженных деталей ГТД.

Цель данной работы − провести сравнительный анализ этих альтернативных методов с целью выявления оптимальных условий их использования применительно к конкретным деталям ГТД.

Цементация – химико-термическая обработка, заключающаяся в диффузионном насыщении поверхностного слоя атомами углерода (для создания карбидных фаз). Целью цементации стали является повышение эксплуатационных характеристик детали. Они должны быть твердыми, износостойкими снаружи, но внутренняя структура должна оставаться достаточно вязкой.

Рассмотрены различные методы цементации: традиционные (такие как применение твердого и газового карбюризаторов) и перспективные (такие как вакуумная и ионная цементация, позволяющие в несколько раз ускорить процесс).

Азотирование – химико-термическая обработка, заключающаяся в диффузионном насыщении поверхностного слоя атомами азота с целью создания в поверхностном слое твердых нитридов. Азотирование проводится с целью повышения твердости и износостойкости поверхностных слоев изделий, улучшения сопротивления усталости и электрохимической коррозии деталей.

Выполнен анализ современных разновидностей азотирования, таких как газовое и каталитическое газовое азотирование и азотирование в растворе электролитов.

Процесс азотирования очень сложный и долгий (в среднем около ~0,01 мм в час), по сравнению с цементацией (0,1 мм в час для традиционных методов и до 0,7 мм при ионной цементации), что ведет к увеличению затрат на производство. Азотирование происходит при более низкой температуре (500−600 °С), чем при цементации (850–950 °С), вследствие чего деталь не изменяет своих размеров и практически не требует последующей механической обработки.

Целесообразность применения того или иного метода зависит от технического задания и условий эксплуатации детали. При цементации можно получить более глубокий, но менее твердый слой, сохраняющий твердость до 200–250 °С. При более высоких температурах твердость заметно снижается. Поэтому цементацию применяют для деталей, работающих в условиях воздействия высоких удельных нагрузок при невысоких температурах, тогда как азотирование обеспечивает получение более твердого, но менее глубокого упрочненного поверхностного слоя, который сохраняет твердость до 500−600 °С. Поэтому азотируют детали, не испытывающие высоких контактных давлений на поверхность, но нагревающиеся при работе до температур не выше 500−600 °С.

Список литературы

1. Елисеев Ю.С., Абраимов Н.В., Крымов В.В. Химико-термическая обработка и защитные покрытия в авиадвигателестроении. – М.: Высшая школа, 1999.
2. Хопин, П. Н. Триботехника. Учебное пособие / П. Н. Хопин / – М.: ИЦ МАТИ–РГТУ. – 2009. – 238 с.

Экспериментальное уточнение коэффициентов эрозии жаропрочных сплавов

Поздеев И.А., Фомичев А.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Саушкин Б.П.
Московский Политех, Москва
skvonchh@yandex.ru

Целью настоящей работы является экспериментальное определение электроэрозионной обрабатываемости группы жаропрочных хромоникелевых сплавов ЖС32, ЭК61, ЖС6Увн, ЭП975П, широко использующихся при изготовлении изделий авиационно-космической техники.

В работе использована методика получения и анализа единичной электроэрозионной лунки, разработанная и развитая отечественными учеными Б.Н. Золотых и Б.И. Ставицким.

Сущность используемой методики экспериментальных исследований заключается в том, что в межэлектродном промежутке, заполненном жидкой диэлектрической средой, между исследуемым электродом и противоэлектродом при фиксированных параметрах режима (материалы электродов,

состав рабочей жидкости, величина межэлектродного промежутка, напряжение холостого хода, форма и длительность разрядного импульса) осуществлялся единичный электрический разряд с подачей импульса напряжения от специального генератора.

В результате единичного импульса на поверхности исследуемого электрода формировалась единичная лунка, геометрические параметры которой измерялись на микроскопе для последующего расчета объема лунки Vл, далее вычислялась энергия произведенных импульсов Wp путем графического интегрирования полученных в ходе эксперимента осциллограмм в CAD/CAM систему компас 3D.

Результатом произведенных вычислений является коэффициент эрозии − km=Vл/Wp, где Vл-объем лунки, а Wp − энергия импульса.

Физический смысл этой величины − объем удаляемого материала, приходящийся на 1 Дж. энергии разряда.

Исследование влияния магнитно-импульсной обработки на эрозионный износ

Полковский А.А., Жильцов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бабин С.В.
МАИ, Ступино
penagod@yandex.ru

При эксплуатации изделий авиационной техники для некоторых элементов ресурс работы определяется внешней (или внутренней) эрозией. К таким деталям относятся носовые обтекатели самолетов, лопасти воздушных винтов самолетов и вентиляторов, судов на воздушной подушке, лопатки рабочих колес первой ступени компрессоров в ГТД.

В настоящей работе изучаются проблемы повышения эрозионной стойкости передней кромки лопастей воздушных винтов винтовентиляторов с помощью метода обработки импульсным магнитным полем. В работе изложены результаты исследований технологического применения обработки импульсным магнитным полем (ОИМП) образцов материала лопасти, изготовленных из сплава Д1Ч.

Для исследования влияния ОИМП на эрозионную стойкость образцов применялся специальный промышленный стенд (разработка ОАО «НПП «Аэросила»). Стенд роторного типа с 15 спицами ротора для размещения испытуемых образцов и 6 форсунками статора для подачи эрозионной пульпы. Испытуемые образцы и форсунки размещены в цилиндрической герметизируемой камере. Пульпа для испытания образцов на эрозию представляла собой 99 весовых частей воды и одну часть речного песка. С помощью форсунок струя пульпы совместно с транспортирующим воздухом направляется навстречу вращающимся образцам. Испытания проводились при следующих параметрах:

- Давление пульпы в форсунке P= 4□105Па,
- Температура пульпы T=299К,
- Начальная скорость пульпы V=313 м/с,
- Частота вращения ротора n=3000 об/мин,
- Радиус установки образцов R=0,475 м
- Скорость пульпы относительно образца U=118 м/с.

Образцы для испытаний вырезались из передней кромки лопасти воздушного винта. Анализ эрозионного уноса осуществлялся массометрическим методом. Взвешивания производили после 2, 6, 30 и 60 минут испытаний.

В проведенной серии экспериментов исследовалось влияние силы тока в соленоиде (напряженность магнитного поля) и числа импульсов при ОИМП при постоянной их длительности (0,2 с) на эрозионную стойкость образцов, которая определялась скоростью уноса материала образцов в единицу времени при различной длительности эрозионных испытаний.

При кратковременных испытаниях до 2-х минут скорость эрозии обработанных ОИМП образцов в 8…20 раз меньше. чем у необработанных.

При увеличении времени испытания эрозионный унос обработанных ОИМП образцов растет, а у необработанных убывает, но при достаточно длительных испытаниях (до 60 минут) скорость эрозии у обработанных ОИМП образцов становится ниже, чем у необработанных на 13…16%. Следует отметить, что повышение эрозионной стойкости обработанных ОИМП образцов имеет место при числе импульсов – 4.

Верификация методики автоматизированного проектирования и расчета пластинчатого теплообменника

Ремчуков С.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Ярославцев Н.Л.
МАИ, Москва
remchukov.sviatoslav@yandex.ru

Работа посвящена верификации разработанного ранее расчетного комплекса [1], предназначенного для автоматизированного проектирования и расчета пластинчатого теплообменника.

Расчетный комплекс представляет собой совокупность блоков, основанных на открытых коммерческих программах. Блоки объединены общим программным алгоритмом, разработанным в ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова». В расчетном комплексе предусмотрена возможность замены некоторых блоков алгоритма другими, выполняющими аналогичную задачу, при условии сохранения формата и структуры ввода и вывода данных.

Разработанный алгоритм, помимо объединения коммерческих программ, также осуществляет связь и передачу данных между ними. Внутри каждого блока выполняется определенный набор команд. Автономность работы отдельных блоков обеспечивает автоматизацию всего расчетного комплекса [1].

Представленный расчетный комплекс позволяет в автоматическом режиме формировать пластину теплообменника требуемой геометрии и проводить теплогидравлический расчет. Расчетный комплекс способен выполнять полный цикл создания теплообменника от ввода исходных данных до получения оптимальной геометрии теплообменной поверхности. Помимо этого, комплекс позволяет интегрировать технологическую составляющую создания теплообменника.

Для подтверждения адекватности результатов работы расчетного комплекса была проведена верификация по литературным источникам [2,3]. Выбранные источники содержат результаты экспериментальных исследований теплообменных поверхностей, представленные в виде критериальных зависимостей. Верификация проводилась на поверхностях теплообмена типа «набивки Френкеля», представляющих собой систему взаимоскрещивающихся под определенным углом каналов [4].

Геометрические характеристики теплообменной поверхности ПЛ-14 [2] наиболее полно удовлетворяют решаемой задаче. Поэтому исходные данные для построения модели были внесены в расчетный комплекс. Основные геометрические характеристики пластины ПЛ-14: угол скрещивания $\psi = 21°$; гидравлический диаметр $d_э = 2{,}52$ мм; глубина выдавливания пластины $h = 1{,}9$ мм; шаг гофр $t = 4{,}83$ мм; толщина пластины $\delta = 0{,}22$ мм.

В качестве исходных данных для расчетного комплекса также были заданы давление воздуха $Р_{в.вх} = 149000$ Па и газа $Р_{г.вх} = 102000$ Па, а также температуры воздуха $Т_{в.вх} = 355$ К и газа $Т_{г.вх} = 913$ К на входе в теплообменник.

Полученные результаты были преобразованы в критериальные зависимости по приведенной в литературе методике [3]. Значения коэффициента теплоотдачи, необходимые для построения тепловых характеристик, рассчитывались по методике, представленной в [5]. Предлагаемая методика расчета коэффициента теплоотдачи дает достаточно точное значение.

Полученные критериальные зависимости показали удовлетворительную сходимость расчетных и экспериментальных данных. Погрешность тепловых характеристик составила не более 10 %, а гидравлических характеристик – менее 5 %.

При проведении верификации было установлено, что разработанный расчетный комплекс позволяет получать результаты, соответствующие экспериментальным данным с достаточной степенью точности.

Список литературы

1. 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.

2. Тихонов А.М. Регенерация тепла в авиационных ГТД. М., «Машиностроение», 1977, 108 с.

3. Кейс В.М., Лондон А.Л. Компактные теплообменники. М.: Энергия, 1967, 224 с.

4. Ярославцев Н.Л., Ремчуков С.С. Исследование влияния загромождения каналов компактных теплообменников на их теплогидравлические характеристики // ЭПИ Международный научно-практический журнал «Эпоха науки»: научный журнал, Ачинск, 2016, с. 186–202.

5. Быков Л.В. Расчет течения и теплообмена в сверхзвуковом сопле [Электронный ресурс]. – Труды МАИ. – 2011. – № 44. – URL: http://trudymai.ru/upload/iblock/5ad/raschet-techeniya-i-teploobmena-v-sverkhzvukovom-sople.pdf

Особенности процесса алмазного сверления с наложением ультразвукового поля

Соколовская А.Н.
Научный руководитель — Хомякова Н.В.
Московский Политех, Москва
ANGELINKA-S@yandex.ru

Во второй половине прошлого века для решения наиболее сложных технологических задач создания новой техники стали интенсивно использоваться методы электро-физико-химической обработки (ЭФХО), а также комбинированные методы на их основе, что было связано с появлением новых материалов, которые обладают низкой обрабатываемостью, а также с необходимостью интенсификации процесса их обработки. В настоящее время эти методы обработки получили значительное распространение в машиностроении, сформирован и развивается понятийный аппарат в этой области.

Для получения точных отверстий в изделиях авиационной и космической техники из труднообрабатываемых материалов (стекло, графит, твердые сплавы, конструкционная керамика, минералы и пр.) эффективно применение метода комбинированной обработки −

сверление алмазным инструментом на металлической связке, с наложением ультразвукового поля, которое характеризуется определенной частой и амплитудой колебаний.

В основе механизма локального разрушения хрупких материалов при абразивной обработке лежит появление и распространение вглубь микро- и макротрещин, формирующих механически ослабленный слой, который разрушается при повторном силовом контакте с инструментом. Наложение ультразвука способствует расклиниванию микротрещин и интенсификации съема материала.

Даже при обработке столь хрупких материалов, как керамика, механизм резания включает в себя элементы как хрупкого, так и пластичного разрушения. Поэтому действие УЗ колебаний проявляется многообразно и выражается в улучшении технологических характеристик обработки.

В качестве инструмента при сверлении или фрезеровании используют стальной полый инструмент, на торце и периферии рабочей части которого наносится алмазоносный слой.

Инструменту сообщают УЗ-колебания амплитудой 2□0 вдоль оси обрабатываемого отверстия заготовки, вращение с частотой nИ, осевую подачу S при определенном усилии прижима F.

Проведенные исследования показали зависимость точности и качества обработки от подачи инструмента, его диаметра, частоты и амплитуды колебаний.

Производительность обработки также лимитируется подачей инструмента, которая в свою очередь сильно зависит от скорости удаления продуктов разрушения из зоны обработки. Поэтому особый интерес представляли исследования процесса эвакуации продуктов разрушения из зоны обработки.

Для оценки производительности процесса были проведены дополнительные эксперименты, связанные с исследованием влияния условий обработки на скорость эвакуации продуктов разрушения из зоны обработки.

Полученные результаты позволили получить зависимости скорости эвакуации продуктов разрушения от величины бокового зазора, зернистости продуктов эрозии, режимов обработки.

Таким образом, проведенные эксперименты подтверждают эффективность алмазного сверления отверстий в хрупких материалах с наложением ультразвукового поля, что позволяет назначать рациональные параметры режима обработки.

Технология глубинного шлифования

Суворов А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильинская О.И.
МАИ, Москва
a1998alex98@mail.ru

Глубинное шлифование представляет собой процесс обработки деталей за один проход с увеличенным слоем снимаемого металла при низкой скорости продольной подачи. Для осуществления метода глубинного шлифования используется профилешлифовальное оборудование с

числовым программным управлением. Так как процесс обработки сопровождается высоким нагревом, в станках применяется система охлаждения с принудительной подачей жидкости.

Методом глубинного шлифования в настоящее время осуществляется обработка различных фасонных поверхностей, таких как замки турбинных лопаток из жаропрочных никелевых сплавов, торцы, основание хвостовика. Наиболее ответственной операцией технологического процесса изготовления лопатки турбины является шлифование профиля замка елочного типа, имеющего сложную форму, что обусловлено жесткими требованиями, предъявляемыми к точности и качеству обработанных поверхностей.

Метод глубинного шлифования позволяет достичь экономии за счет меньшей стоимости режущего инструмента и сокращения технологического маршрута обработки при замене операций фрезерования и протягивания сложных фасонных поверхностей. Одна операция глубинного шлифования заменяет такие операции базового технологического процесса изготовления лопатки турбины, как фрезерование, удаление заусенцев и последующее традиционное шлифование.

При глубинном шлифовании в поверхностном слое деталей формируются благоприятные остаточные напряжения сжатия, что позволяет отказаться от операции поверхностного пластического деформирования, которая при необходимости выполняется после обычного шлифования.

Таким образом, преимуществами глубинного шлифования являются и получение детали сложного профиля, и формирование благоприятных параметров поверхностного слоя, а также эффективность обработки с высокой точностью и качеством сложных фасонных поверхностей деталей. В работе проведен сравнительный анализ параметров поверхностного слоя ответственных деталей авиационных двигателей из различных конструкционных материалов: высокопрочной стали, титановых и никелевых сплавов.

Список литературы

1. Старков В.К. Шлифование высокопористыми кругами – М: Машиностроение, 2007. – 688 с.
2. Поклад В.А., Шутов А.Н., Старков В.К., Рябцев С.А.. Профильное глубинное шлифование деталей из титановых сплавов – Технология машиностроения. 2002. №3. 14 – 22 с.
3. Старков В.К., Рябцев С.А., Горин Н.А., Костров С.В., Бондарчук Т.П., Абысов И.А.. Профильное глубинное шлифование хвостовиков турбинных лопаток инструментом отечественных и зарубежных производителей – Справочник. Инженерный журнал. 2010. №10. 28-32 с.
4. Бойцов А.Г., Ковалев А.П., Новиков А.С., Новиков А.Г., Пайкин А.Г., Хворостухин Л.А.. Процессы механической и физико-химической обработки в производстве авиационных двигателей – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007 – 231-232 с.
5. Рябцев С.А.. Разработка абразивного инструмента с повышенной структурностью и управляемой пористостью для высокопроизводительного шлифования фасонных поверхностей деталей из труднообрабатываемых материалов – Автореферат диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Москва, 2011. 203 с.

Стадия развития аддитивных технологий

Трасковецкая Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Истомина Н.Л.
МАИ, Москва
dashatraskovetskaja@yandex.ru

В 1996 году был запатентован первый прототип процесса применения аддитивных технологий с целью получения уникальных материалов и тканей. Таким образом, в машиностроении наступила эпоха цифровизации. Аддитивные технологии внедрились в ключевые сферы деятельности человека: науку, медицину, космонавтику и, в определенной степени, – гражданское производство. Сегодня 3D-печать принимается и применяется обществом как предмет изменения технологий, ускорения бизнес-процессов и нововведение в разных отраслях страны.

Наиболее прогрессивная и популярная из технологий 3D-печати металлами – селективное лазерное плавление (SLM). Основные преимущества 3D-печати металлами заключаются в получении высоких показателей плотности материала (в 1,5 раза выше, чем при литье); возможности создания геометрически сложных объектов; сокращении циклов производства и ускорении выхода готовой продукции. Плотность изделий, напечатанных на 3D-принтере, оказывается на 10–15% ниже плотности, получаемой у металлов при прокате, но примерно на 50% выше плотности металлических изделий, получаемых литьем. Сферы применения 3D-печати металлами – это аэрокосмическая индустрия, медицина, автомобилестроение. Одно из важных преимуществ технологии 3D-печати металлами – возможность создать изделие практически из любого сплава. Помимо стандартных

металлов существует широкая номенклатура специальных сплавов – уникальных высокотехнологичных материалов, которые производятся под определенные задачи. В современном аддитивном производстве используется около двадцати видов материалов – инструментальные, нержавеющие, жароупорные сплавы, алюминиевые и титановые сплавы, медицинские кобальт-хром и титан.

Особенности металлических порошков заключаются не только в их химическом составе, но и в их фракционном составе. Металл для аддитивных установок выпускается в виде мелкодисперсных сферических гранул с величиной зерна от 10 до 63 микрон. Этот показатель определяет толщину объекта, который будет выращен в аддитивной установке. Величина и состав зерна, а также определенное процентное соотношение крупных и мелких зерен определяют текучесть металла. Разные металлы требуют разных условий термообработки.

Спустя более двадцати лет своего существования аддитивные технологии прочно заняли свое место в промышленности, но говорить о том, что они стали аналогом или заменителем традиционных технологий механической обработки, например литейного производства, рано. По той причине, что аддитивные технологии являются новым шагом в сфере производственных инноваций, сложно спрогнозировать реакции материалов, полученных с их помощью в различных условиях среды. Это повышает вероятность аварийных ситуаций в пределах множества неопределенных рисков.

Использование процесса ГАР при обработке деталей авиационно-космической техники

Юдин В.А., Емелин А.Е.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Шандров В.Б.
Московский Политех, Moscow
linainvers382@gmail.com

Во второй половине XX века для решения наиболее сложных технологических задач создания новой техники стали интенсивно использовать и развивать новые методы обработки материалов, основанные на достижениях фундаментальных и прикладных наук. Это связано с появлением новых материалов, которые имеют низкие коэффициенты обрабатываемости, специфические свойства, которые затрудняют или делают невозможным применение традиционных методов обработки.

Одной из высокоэффективных и энергосберегающих технологий, радикально решающих вопросы обработки сложнопрофильных деталей из труднообрабатываемых сталей с достаточно большой глубиной реза, является интенсивно развивающаяся технология гидроабразивного резания. Эта технология находит достаточно широкое применение в различных отраслях машиностроения: авиационно-космической, судостроительной, автомобильной и др.

Имеется целый ряд деталей сложной геометрической формы, которые изготавливаются из труднообрабатываемых материалов и требуют большого объема механической обработки, например, диск турбины высокого давления (диск ТВД). Он изготавливается из сплава ХН62БМКТЮ, имеется множество технологических трудностей, одна из которых – прорезание высокоточных елочных пазов по периферии диска (90 пазов в каждом диске). Эти пазы используются для закрепления лопаток турбины, и от качества их соединения зависит надежная работа как компрессора, так и всего двигателя в целом. В соответствии с базовой технологией формообразование елочных пазов осуществляется многократным протягиванием с использованием комплекта из трех протяжек: прорезной, донной и фасонной елочной.

Предложена новая технология формообразования пазов: черновая вырезка пазов с помощью ГАР с последующим чистовым протягиванием, которое обеспечивает необходимую точность и качество обработки.

Выбор метода предварительной обработки связан с основными технологическими преимуществами гидроабразивного резания: возможность разрезания материала; «холодный» характер резания; достаточно простое обслуживание гидроабразивных установок.

Проведенные исследования показали, что в качестве абразивного материала при обработке нихромового сплава ХН62БМКТЮ целесообразно использовать гранат (маркировка 92Е) – минерал, который представляет собой соединение алюминия, железа, хрома, кальция, магния и марганца с кремнекислотой.

После процесса ГАР вырезаемый контур должен быть максимально приближен к контуру готовой детали, но при этом припуск на чистовую операцию протягивания должен позволять исправление погрешностей формы и размеров, полученных на предварительной обработке.

Учитывая черновой характер обработки, при назначении параметров режима исходили из условия полного прорезания диска и обеспечения допустимой величины погрешности формы (конусность

реза), которая входит в величину оставляемого припуска. Качество поверхности реза учитывалось в меньшей степени, т.к. пазы диска после операции ГАР подвергаются операции чистового протягивания. Предложенная технология изготовления елочных пазов диска ТВД позволяет значительно сократить расход остродефицитного инструментального материала, резко снизить затраты на изготовление протяжек и их перешлифовку.

Автоматизация оценки структуры материалов и качества обработки поверхностей путем расчета фрактальной, информационной и корреляционной размерностей

Беляев А.Е.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Паламарь И.Н.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
bae11@yandex.ru

Одной из составляющих цифрового производства является контроль качества технологических процессов и продукции. Однако вызывает затруднение формализация параметров оценки сложных структур, таких как строение материала или качество поверхности. Для использования в сложных условиях, в том числе и при эксплуатации на летательных аппаратах, материалы должны обладать соответствующими свойствами. Предлагается использовать для оценки структур три показателя: фрактальную, информационную и корреляционную размерности. Также эти размерности могут быть использованы при анализе статистических данных, что важно при цифровом производстве, и во многих других научных и прикладных областях. Следовательно, расчет фрактальной, информационной и корреляционной размерностей имеет большое значение для промышленности и науки. Однако вычисления требуют достаточно больших трудозатрат и, при выполнении человеком, могут быть не точны. Автоматизация расчета фрактальной, информационной и корреляционной размерностей позволяет повысить точность и качество обработки данных, снизив при этом трудозатраты квалифицированных сотрудников.

Вычисление вышеуказанных трех размерностей «вручную» весьма трудоемко и может быть неточно, так как требует точности в подсчете «попаданий» в сетку. Учитывая, что для нахождения каждой из трех размерностей необходимо многократно изменять размер сетки, трудоемкость существенно возрастает. Для повышения качества и облегчения вычисления фрактальной, информационной и корреляционной размерностей предлагается автоматизировать процесс вычисления.

В качестве исходных данных для программы используется изображение в формате растровой графики, например, bmp. Файлы такого формата могут быть получены с применением современной цифровой техники.

По этому изображению программа позволяет вычислить фрактальную, информационную и корреляционную размерности, используя определенные алгоритмы.

Интерфейс программы обеспечивает корректное функционирование программы даже при работе неподготовленных пользователей. Для этого в каждый момент времени доступны только те функции (кнопки), использование которых не нарушит корректной работы программы.

Для проверки работоспособности программы с ее помощью были произведены расчеты размерностей для различных изображений (4-х образцов чугуна и 4-х материалов, подвергнутых различным способам дробеструйной обработки). Для обучения специалистов способам расчета фрактальной, информационной и корреляционной размерностей создан обучающий вариант программы, который в наглядной форме демонстрирует методы расчета трех размерностей.

Компетентный специалист способен интерпретировать полученные результаты расчетов (значения фрактальной, информационной и корреляционной размерностей) и сделать заключение о свойствах материалов и качестве обработки.

Результатом проведенной работы являются анализ математических методов расчета фрактальной, информационной и корреляционной размерности, выбор оптимальных для применения к обработке изображений, разработанный алгоритм программы расчета размерностей, который был реализован на языке программирования C#. Разработанное средство автоматизации вычислений прошло апробацию.

Созданная программа позволяет уменьшить трудоемкость и повысить точность расчета фрактальной, информационной и корреляционной размерностей, а следовательно, перевести качество анализа данных на более высокий уровень. Разработанная программа может найти применение в различных областях науки и отраслях промышленности. Данная программа может быть применена на стадии контроля качества продукции при цифровом производстве. Функционал программы может быть расширен интерпретацией результатов в зависимости от области применения программы.

Список литературы

1. Мун Ф. Хаотические колебания: Вводный курс для научных работников и инженеров: Пер. с англ. — М.: Мир, 1990. — 312 с.

2. Информационная размерность [Электронный ресурс]: Большая энциклопедия нефти и газа. URL: http://www.ngpedia.ru/id365949p1.html/ (дата обращения 31.12.2018)
3. Мультифракталы [Электронный ресурс]: URL: http://multifractal.narod.ru/ (дата обращения 01.01.2018)
4. Вычисление фрактальной размерности для плоского изображения [Электронный ресурс]: Habr. URL: https://habr.com/ru/post/208368/ (дата обращения 15.11.2018)

Исследование экономического эффекта внедрения быстрого прототипирования при решении прикладных задач на производстве

Брыкин В.А., Ворошилин А.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рипецкий А.В.
МАИ, Москва
benbrykin@gmail.com

Для обеспечения своевременного выпуска продукции во время производства все линии и станки должны работать бесперебойно. Сама по себе их поломка не опасна, при условии наличия ЗИП. Но существуют детали и узлы, разрушение которых приводит к выходу из строя всего оборудования. В данной работе рассматривается пример пластикового фиксатора, обеспечивающего перемещение большого количества заготовок на конвейере производственной линии. Поставка запасных частей занимает довольно много времени, в то же время содержать большой склад с запасными деталями нецелесообразно, т.к. фиксаторы часто меняются в зависимости от типа размера заготовок. Таким образом, при казалось бы незначительной поломке может на долгое время остановиться производство.

На примере фиксатора можно рассмотреть цикл реверс инжиниринга, сроков воспроизводства и экономическую эффективность в сравнении с оригинальной деталью.

Фиксатор – часть конвейера для перемещения заготовок. Данная деталь «запрограммирована» производителем как «слабое звено» и часто выходит из строя. При этом нельзя спрогнозировать, как долго прослужит оригинальная запчасть. Причиной этого являются несколько факторов:

1. Деталь работает в постоянном контакте с изделием-заготовкой, за-за чего происходит износ в местах соприкосновения.
2. Наличие бракованной заготовки может испортить деталь и вывести ее из строя.
3. Сбой режима автоматической подачи заготовки также выводит деталь из строя.
4. Данная деталь является заведомо слабым звеном для предотвращения дальнейшей поломки оборудования.

Оригинальная деталь стоит порядка 10 USD, а срок поставки занимает от 1,5 до 2 недель. Таким образом, сроки поставки и потери из-за простоя оборудования делают актуальным вопрос быстрого воспроизводства детали для замены оригинальной.

Цикл, включающий в себя 3D-сканирование, 3D-печать по технологии SLS, обработку и доставку занимает от 2-х до 4-х дней. В зависимости от объема и компоновки деталей в камере, а также от пропорций используемого порошка, выгода может составить от 50 до 60%. Реинжиниринг, доработка и печать выходят дешевле и быстрее, чем получение оригинальной запчасти.

В данной работе рассмотрены некоторые аспекты экономической эффективности производства изделий аддитивным способом, в частности рассчитана стоимость напечатанного изделия при использовании материала с разным соотношением первичного и вторичного материала. Помимо этого, выявлена зависимость прочности напечатанного изделия от пропорции материала. Рассмотрены пути доработки геометрии детали, для достижения лучшей прочности при наименьшей стоимости. Выявлено оптимальное количество деталей в камере для наиболее экономически выгодной печати, обоснована и проведена необходимая для дальнейшего производства технологическая подготовка.

Разработка программно-аппаратного комплекса для задач реверс-инжиниринга

Власов А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рипецкий А.В.
МАИ, Москва
info3d.vlasov@yandex.ru

Цифровые технологии сегодня становятся эффективным инструментом в руках современного инженера. Но проверка геометрии изделия по-прежнему остается необходимым этапом производства.

Не менее актуальными являются разработки отечественных программно-аппаратных комплексов для метрологии и трехмерного сканирования объектов.

Практически на всех современных производствах используются установки-манипуляторы (КИМ) или высокоточные портальные комплексы, которые позволяют получать необходимую геометрическую информацию о детали. Как правило, это дорогое высокоточное оборудование, которое поставляется в комплексе с дорогим программным обеспечением.

Целью проведенной работы являлся анализ современных программно-аппаратных комплексов, используемых для получения геометрической информации об объекте, и разработка эффективного метода и программно-аппаратного комплекса сканирования негабаритных объектов с заданной точностью.

Разработанный прототип трехмерного сканера позволяет сканировать объекты выбранного геометрии автоматически – после настройки фокусного расстояния и запуска, участие оператора для процедуры получения массива точек уже не требуется.

Сканируемый объект устанавливается на вращающуюся платформу и в дальнейшем прямого контакта с ним не происходит. Вращение объекта обеспечивает поворотный столик, камера фиксирует подсвеченные лазером точки с поверхности объекта.

Созданный прототип проходит испытания на изделиях, произведенных методами 3D-печати и показал эффективность в виде снижения времени проведения этапов реверс-инжиниринга.

Проведенные исследования и наработки показывают перспективность направления и возможности масштабирования технологии, как в области габаритов измеряемых объектов, так и в повышении точности получаемых результатов.

Формирование операций и переходов технологического процесса механообработки самолетных деталей на станках с ЧПУ с применением CAM-модуля Siemens NX на примере авиастроительной отрасли

Кулиев А.И.
Научный руководитель — Блюменштейн А.А.
УлГУ, Ульяновск
kaio070717@mail.ru

Современные авиастроительные предприятия стремятся повысить эффективность технологической подготовки производства за счет внедрения информационных систем и технологий. На сегодняшний момент является актуальной задача по внедрению цифрового производства и созданию цифрового двойника изделия.

Наиболее важным элементом технологической подготовки цифрового производства является наличие технологических процессов в электронном виде. Вся информация должна иметь структурированный вид и быть доступной для систем планирования управления производством.

Формирование технологических процессов в текстовом виде постепенно теряет свой смысл и все чаще заменяется визуальным представлением в виде анимированной последовательности действий с сопроводительной информацией к ней. Однако на большинстве российских предприятий имеются регламенты на формирование технологических процессов в бумажном виде. В таком случае требуется сократить время разработки ТП за счет автоматизированного формирования перечня операций и переходов. В качестве примера можно привести операции и переходы на механическую обработку на станках с ЧПУ.

Перечень операций и переходов механической обработки на станках с ЧПУ формируется в CAM-проекте и может быть автоматически извлечен при проектировании технологического процесса. Вместе с перечнем операций и переходов также могут быть получены машинное время обработки, перечень инструментальных наладок, станок, стойка с ЧПУ и т.д.

Для автоматизированного проектирования программной части технологического процесса на основе CAM-проекта проведены следующие мероприятия:

1. Проведен анализ технологической подготовки производства на предмет разработки ТП с операциями на станках с ЧПУ;
2. Разработана методика формирования комплектов электронных документов технологического процесса с операциями на станках с ЧПУ;
3. Спроектированы модули САПР ТП, необходимые для разработки электронных документов технологического процесса с операциями на станках с ЧПУ;
4. Рассчитан экономический эффект от внедрения методики формирования комплектов электронных документов технологического процесса с операциями на станках с ЧПУ.

Сокращение времени проектирования технологических процессов за счет формирования операций и переходов на базе CAM-проекта может достигать 20%, в зависимости от сложности обрабатываемой детали.

Список литературы

1. Маданов А.В. Особенности проектирования технологических процессов Механообрабатывающего производства в условиях импортозамещения / А.В. Маданов, А.М. Лотоцкий, А А. Кораблева // Известия Самарского научного центра

2. Самсонов О.С. Разработка информационного обеспечения для проектирования и моделирования технологических процессов сборки изделий авиационной техники / О.С. Самсонов [и др.] // Известия Самарского научного центра российской академии наук. – 2014. - №1-5. – С.1602. Российской академии наук. – 2016. – т. 18, № 4(3) – С. 510 – 515.

Подход к автоматической сегментации изображений поверхности металла сложной структуры

Левашов С.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Паламарь И.Н.

РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск

sergey1_levashov@mail.ru

Современное производство деталей имеет тенденцию к повышению наукоемкости технологических процессов. Повышение качества выпускаемых изделий по различным эксплуатационным показателям непосредственно связано с внедрением информационных технологий на различных этапах производственного и технологического процессов. Одной из ответственных операций является анализ структуры различных материалов и поверхности деталей в различных технологических процессах. Операция исследования структуры требует высокой квалификации как в знаниях в области материаловедения, так и в понимании особенностей различных технологических процессов.

Существующие системы анализа изображений структуры материалов и поверхностей работают по определенным методикам, разработанным в соответствии с государственными стандартами. Исследование новых материалов и способов их обработки требует новых подходов к организации автоматизированной системы анализа структуры материала по изображению.

Одним из важных этапов обработки изображения является сегментация изображения, позволяющая выделить структурные элементы и оценить их параметры. Качество сегментации зависит от способов предварительной обработки изображения, к которым относится пороговое преобразование.

В технологиях монокристаллического литья, поверхностного упрочнения, ионно-плазменной обработки и т.п. важной операцией является исследование микроструктуры материала и структуры поверхности с целью выявления влияния параметров технологического процесса на изменение структуры. Особенностью исследуемых изображений является их сложная структура, состоящая из набора яркостных, текстурных и контурных элементов. Структура является нерегулярной даже для одного образца и не имеет строгой повторяемости для набора образцов поверхностей, полученных в результате обработки различных деталей при одних и тех же параметрах технологического процесса. Кроме того, структура является многомасштабной по размерам структурных элементов, что осложняет их выделение и параметризацию структуры.

Проведен анализ результатов сегментации изображений поверхности металла после дробеструйной обработки известными методами. Среди методов обработки сложноструктурируемых изображений можно отметить методы вычисления центра тяжести гистограммы и нахождения моды гистограммы скользящего окна и др. [1, 2]. Данные методы не позволяют выполнить качественную сегментацию для рассматриваемых изображений, так как не учитывают текстурную составляющую.

В работе [3] рассматривается анализ матрицы совместной встречаемости уровня серого, однако модификация метода рассчитана на отделение информативных объектов от фона. Изображения структуры металла не имеют фоновой составляющей, поэтому данный метод не является эффективным в рассматриваемой задаче.

В работе предлагается метод выбора оптимального порога изображения поверхности на основе анализа гистограмм площадей соответствующих областей изображения в зависимости от яркости пикселя, построенной на базе матрицы совместной встречаемости уровней серого [4]. При исследовании изображений поверхностей, полученных при близких значениях параметров обработки

материала, было выявлено, что гистограммы распределения совместной встречаемости элементов имеют схожую форму, при этом не наблюдается выраженной бимодальности.

Разработан алгоритм определения порога по обобщенной гистограмме на основе матрицы совместной встречаемости. Выполнена аппроксимация распределения с помощью набора сплайнов и последующее численное дифференцирование функций с целью нахождения глобального минимума, определяющего величину порога. Вычисленные значения порогов коррелируют со значениями порога, определенными экспертом вручную.

Список литературы

1. Ханыков А.Е., Комков В.С., Полянский Д.В. Система обработки сложноструктурируемых изображений с использованием метода вычисления центра тяжести гистограммы // В сборнике: Математика и ее приложения в современной науке и практике сборник научных статей Международной научно-практической конференции. 2015. С. 160-167.

2. Емельянов Е.Г., Комков В.С., Ханыков А.Е. Исследование эффективности сегментации сложноструктурируемых изображений посредством нахождения моды гистограммы скользящего окна // Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы. 2015. № 2 (5). С. 155–159.

3. A. Dash, P. Kanungo, B.P. Mohanty. A modified gray level co-occurrence matrix based thresholding for object background classification // Procedia Engineering, 2012. Volume 30. P. 85-91.

4. Павлидис, Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений [Текст] / Пер. с англ. // М.: Радио и связь, 1986. – 400 с.

Анализ современных CAD/CAE-систем на возможность проведения моделирования статических испытаний изделий авиационной и ракетно-космической техники

Овсянников Н.А.
Научный руководитель — Кириллин А.В.
МАИ, Москва
Klava300166@yandex.ru

Анализ современных CAD/CAE-систем на возможность проведения моделирования статических испытаний изделий авиационной и ракетно-космической техники. Статические испытания на прочность являются неотъемлемой частью процесса создания авиационной и ракетно-космической техники [1]. Известно, что расчет напряженно-деформированного состояния изделия весьма трудоемок. Поэтому в области проектирования складывается тренд повсеместного применения для подобных расчетов CAD/CAE систем. Целью данной работы было исследование современных средств проектирования, содержащих в себе конечно- элементный решатель. Современное CAD/CAE программное обеспечение выполняет подобную работу весьма быстро при наличии вычислительных ресурсов. Оно позволяет прогнозировать поведение испытуемого образца при сложном нагружении, оценивать работу образца в составе конструкции и анализировать корректность условий проведения эксперимента. Основным виртуальным методом в задачах прочности является нелинейный метод конечных элементов. Этот метод позволяет учитывать многие нелинейные факторы, возникающие в процессе нагружения конструкции, такие как нелинейность диаграмм (сигма-эпсилон) и наличие больших перемещений. Программ для проведения испытаний такого рода очень много. Наиболее известные: NASTRAN/PATRAN, разница между расчетными и экспериментальными данными составляет в среднем всего 5%, SCAD Office и Solid Works. С каждым годом на заводах и в КБ все чаще специалисты применяют математическое моделирование для решения этих задач, значительно сокращая объем наземных стендовых испытаний, проводя их исключительно для верификации используемых расчетных моделей. Современные CAD/CAE системы дают хорошее согласование расчетных и экспериментальных данных, что в дальнейшем позволяет использовать их для расчетной оценки несущей способности образца при различных условиях функционирования. В скором будущем статические испытания можно будет делать без отрыва от рабочего места в виртуальной среде, и это во многом облегчит и ускорит работу конструкторов.

Литература

Александровская Л.Н., Кириллин А.В. Системный подход в обеспечении качества испытаний изделий авиакосмической техники. – М.: Изд-во МАИ, 2017 – 160 с.: ил.

Автоматизация анализа структуры композиционного материала до и после деформации

Смелик А.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Паламарь И.Н.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
vitaly.smelik@yandex.ru

В настоящее время концепция цифрового производства внедряется повсеместно. Технологические процессы становятся все более сложными, и за каждой стадией необходимо вести полный автоматизированный и автоматический контроль. При помощи новых цифровых технологий можно следить практически за каждым действием при производстве, что в свою очередь гарантирует высокое качество и низкий брак.

В области создания новых материалов особое место занимают композиционные материалы, в частности на основе биметаллов, позволяющие получать различные свойства деталей.

При изготовлении различных деталей из композиционного материала путем обработки давлением необходимо изучать и контролировать процесс совместной деформации. Оценка деформации материала выполняется с помощью метода делительных линий, позволяющего выявить изменение толщины структурных составляющих вдоль делительных линий, которые наносятся на образец механически и сохраняются после обработки. В статье [1] описан способ автоматической оценки деформации биметаллической пластины, имеющей три однородных слоя, по изображению структуры. В этом случае топология структурных составляющих не изменяется, что упрощает анализ.

В случае металломатричного композита отдельные составляющие структуры могут менять форму, расположение и пропадать в области делительной линии. Как показали эксперименты, материал может затекать на делительные линии, и в результате эффективность метода снижается.

Оценка деформации такого материала выполняется также по делительным линиям, но анализ происходит вручную, причем эксперт ориентируется на не зашумленные части структуры. В результате часть структуры не учитывается при анализе изображения, и оценка деформации материала становится неточной и неполной. Кроме того, необходимо отметить высокую трудоемкость измерений и повышение вероятности ошибки из-за человеческого фактора.

Для решения задачи автоматизации анализа композиционного материала сложной структуры разработан алгоритм определения деформации по величине изменений в структурных образованиях материала по изображениям образцов до и после деформации. Идея алгоритма основывается не на делительных линиях, а на поиске соответствующих сегментов в области, ограниченной делительными линиями. Сначала выполняется устранение шумов на изображении различными фильтрами в зависимости от особенностей материала. Затем необходимо выделить все структурные образования, выполнив предварительную сегментацию изображения для выявления устойчивых сегментов [2]. Следующим действием обработанные изображения сравниваются путем наложения друг на друга. Так как в процессе деформации размеры детали изменяются, а следовательно, меняются и размеры различных структурных образований этой детали, то для сопоставления структур изображение материала после обработки подвергается изотропному масштабному преобразованию. После сопоставления структур проводятся виртуальные делительные линии на изображении структуры и вычисляется степень деформации с учетом обратного масштабного преобразования.

Список литературы

1. Паламарь И.Н. Система автоматического анализа изображений для исследования пластических деформаций биметаллической пластины / И.Н. Паламарь, П.В. Сизов, М.Л. Первов, Е.В. Клементьев // Заготовительные производства в машиностроении. – Москва. – 2016. – № 5. – С. 14 – 21.

2. Palamar I.N. A method of image segmentation with the help of areas growing and multiscale analysis / Palamar I.N., Sizov P.V. // Vestnik. Scientific Journal of Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev. – Krasnoyarsk. – 2010. – № 7. – P. 111 – 116.

О проблемах использования цифровой среды технологической подготовки производства в условиях образовательного процесса

Тарасенко А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Шемонаева Е.С.
МАИ, Москва
anna.tarasenko.1995@gmail.com

Поскольку в настоящее время предприятия аэрокосмической отрасли нуждаются в грамотных специалистах, умеющих использовать в своей деятельности технологии цифрового производства, целесообразно вести подготовку кадров с использованием соответствующих технологий. Так, например, работа выпускающей кафедры «Технология производства летательных аппаратов» выстраивается в единой цифровой среде, и это позволяет эффективно взаимодействовать всем участникам производственных процессов на разных стадиях жизненного цикла [1]. Такой подход позволяет:

– реализовывать проектное решение задач, с использованием соответствующей цифровой среды в качестве инструментов;

– понимать и отслеживать взаимосвязи между дисциплинами и решаемыми задачами;

– определять этап жизненного цикла, на котором находится проект, и процент его готовности;

–иметь единую базу данных нормативных документов, обеспечивающих реализацию учебного процесса, а также базу текущих и конечных результатов работ.

Для реализации такого подхода в подразделении в качестве инструментов используются различные CAD/CAM/CAE-системы, совокупность которых является системой автоматизированного проектирования (САПР), позволяющие проектировать и конструировать изделия аэрокосмической техники, технологические процессы, создавать соответствующую документацию, анализировать физические процессы, осуществлять технологическую подготовку производства, планировать и управлять производственными процессами.

Работа относится к области автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП) и связана с проектированием технологических процессов и формированием исходных данных для автоматизированной системы управления (АСУ) производством, в части определения временных затрат на выполнение тех или иных технологических операций.

Как правило, современные системы АСТПП, в зависимости от производителя, включают в свой состав обширные базы данных по материалам, оборудованию, инструменту. Однако базы данных по нормам времени на выполнение определенных видов работ в настоящее время отсутствуют. Это связано с тем, что единых норм времени для машиностроительных предприятий на государственном уровне не установлено, ввиду специфики используемых технологий. Поэтому предприятия самостоятельно устанавливают нормы времени и регламентируют их внутренними отраслевыми документами, что является ограничивающим фактором для учебного процесса.

Отсюда возникает проблема, что в рамках учебного процесса при работе студента в цифровой среде технологической подготовки производства вносимые вручную данные по нормам времени на выполнение работ носят приближенный характер или не соответствуют действительности. Следовательно, дальнейшее использование этих сведений по жизненному циклу продукта, в частности при расчете производственных циклов изготовления, определении количества оборудования, загрузки ресурсов и т.п., может давать искаженные результаты и ненаглядно отражать действительность процесса производства изделия.

Таким образом, задача создания методики определения норм времени по основным операциям производственного цикла изделий аэрокосмической промышленности является актуальной. К основным операциям будем относить операции по механической обработке, листовой штамповке, агрегатной сборке, а также слесарным работам.

В работе проводится обзор существующих открытых источников, содержащих типовые нормы времени на выбранные основные операции. Кроме того, проводится обзор существующих способов нормирования труда и оценивается возможность их применения в рамках учебного процесса для установления собственных норм времени.

В конечном итоге, по результатам работы планируется создание собственных нормативных материалов, регламентирующих затраты труда на выполнение основных операций, представленных в виде удобных для использования таблиц, графиков и зависимостей, сопровождаемых методическими рекомендациями по использованию.

Литература
Ковалевич М.В. Современные подходы к организации обучения кадров в цифровой среде. // В сборнике: Перспективные подходы и технологии проектирования и производства деталей и изделий аэрокосмической техники Сборник трудов Международной молодежной научно-технической конференции. 2017. С.116–117.

Прогнозирование точности 3D-сканирования в задачах реверс-инжиниринга

Тверкаева А.Э.
Научный руководитель — к.т.н. Рипецкий А.В.
МАИ, Москва
tveralina@rambler.ru

Реверс-инжиниринг, или обратное проектирование, используется для получения геометрических данных уже произведенного изделия. Такие задачи сегодня востребованы как для актуализации технической документации по ранее созданным деталям, так и для проверки новой продукции на соответствие заданным требованиям. В данной работе рассматривается реверс-инжиниринг с помощью оборудования для 3D-сканирования, с учетом последующего воспроизводства с использованием 3D-печати.

Целью работы являлось исследование влияния этапов реверс-инжиниринга – 3D-сканирования и обработки его результатов – на общую точность конечного изделия. В работе проанализирован механизм изменения точности, начиная от калибровки сканера и заканчивая получением результата сканирования. Была получена методика расчета формирования точности выполнения конкретной задачи с помощью 3D-сканирования в зависимости от ее класса.

Реверс-инжиниринг – сложный процесс, включающий в себя несколько этапов: калибровка 3D-сканера, 3D-сканирование, совмещение результатов сканирования, обработка облака точек, получение полигональной модели, создание управляющей программы для 3D-печати, калибровка 3D-принтера, 3D-печать, обработка результатов печати.

Методика расчета точности была выведена в ходе сканирования накладки для снегоступов с помощью ручной координатно-измерительной машины Faro Fusion Arm и лазерного модуля Kreon.

Основные шаги, влияющие на точность получаемого результата:

1. Операция калибровки 3D-сканера.
2. Совмещение нескольких результатов сканирования. Большинство изделий, в том числе и данное, невозможно полностью отсканировать за один раз. Часть изделия зажимается струбциной и становится недоступной для сканирования. Точность получаемого облака точек снижается при совмещении нескольких сканов изделия.
3. Обработка облака точек имеет свою погрешность, которая также сказывается на конечном результате.
4. Преобразование облака точек в STL-модель. В результате этого процесса геометрия изделия становится полигональной и снижается точность геометрии.

В результате анализа изменения точности при прохождении каждого шага данных этапов реверс-инжиниринга была получена методика расчета формирования точности и опыт, которые дают представление: для каких задач может использоваться данный метод и с какой точностью их можно выполнить. Руководствуясь данной методикой, инженер может дать экспертную оценку и спрогнозировать как результат реверс-инжиниринга, так и любой из его промежуточных шагов.

Список литературы

1. Наумкин Н.И. и др. Реверс-инжиниринг механических систем – важный инструмент получения инновационных продуктов // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – 2016. – С. 428-432.
2. Чувиков Д.А. и др. Анализ технологий трехмерного моделирования и создания 3D объектов для различных интеллектуальных систем //Автоматизация и управление в технических системах. – 2015. – №. 2. – С. 84–97.
3. Hai F. W.Z. Reverse Engineering Design Based on Geomagic Studio Software [J] //Tool Engineering. – 2007. – Т. 11

Методика проведений испытаний сложных радиотехнических систем в ближней зоне

Фоченков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хопин П.Н.
МАИ, Москва
andrei-fochenkov@mail.ru

При проведении испытаний сложных радиотехнических систем (РТС) для полного анализа параметров системы необходимо произвести огромное количество измерений. Также одним из важных условий проведения испытаний является позиционирование объекта испытаний и вспомогательных средств измерения.

В настоящее время существуют два вида испытаний РТС: в дальней зоне и в ближней зоне.

Одним из важных недостатков испытаний в дальней зоне являются трудности с организацией проведения испытаний. Такой вид испытаний требует подготовки специального полигона, что предполагает огромные затраты времени и ресурсов. Также испытания РТС зачастую не охватывают полный диапазон рабочих параметров системы, и вероятность переотражений сигналов от окружающих предметов и поверхности Земли достаточно высока.

Вследствие этого при проектировании РТС широко применяются испытания в ближней зоне. Преимуществами такого вида испытаний являются простота их организации и возможность полного анализа системы без временных ограничений.

Ввиду большого диапазона измеряемых параметров, а также трудоемкости в проведении измерений характеристик РТС в рамках работы была предложена методика проведения испытаний антенной системы в ближней зоне, включающая в себя позиционирование передающей антенны относительно приемной антенной системы и программное обеспечение для управления векторным генератором и РТС.

Первый этап методики проведения испытания описывает использование лазерного дальномера для определения расстояния от передающей антенны к приемной. Полученные расстояния следует преобразовать в координаты.

Второй этап методики включает в себя использование программного обеспечения для автоматизации и синхронизации работы генератора и аппаратуры. Параметры сигнала, излучаемого передающей антенной (с подключенным к ней генератором сигналов), должны соответствовать диапазону значений РТС.

При последующем анализе работы РТС следует получить расчетные значения разностей фаз на основе значений, полученных на первом этапе, и сравнить их с результатами, полученными на втором этапе.

Программное обеспечение было написано на языке высокого уровня (C++) для обеспечения минимальных задержек между командами, передаваемыми на генератор и аппаратуру. Для обеспечения полного анализа было принято решение использовать в программном обеспечении одну циклограмму с наиболее полным охватом параметров аппаратуры.

Результатом работы стала методика проведения испытаний в ближней зоне, включающая в себя позиционирование передающей антенны относительно приемной антенной системы, и программное обеспечение для управления векторным генератором и РТС.

Исследование вопросов рационального проектирования литьевой оснастки в CAD/CAM Cimatron на основе моделирования в пакете Moldex3D процесса затекания полимера

Четверикова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калачев О.Н.
ЯГТУ, Ярославль
nastyapetrelli13@gmail.com

При проектировании литьевой оснастки для изготовления сложной по конфигурации детали из полимерного материала необходимо заранее иметь представление о его поведении в процессе впрыска. Моделирование процесса заполнения формы позволяет выбрать точку (точки) впрыска и, соответственно, правильно оформить связанные между собой детали пакета литьевой оснастки.

Решение задачи выбора оптимального положения точек впрыска возможно путем моделирования поведения расплава в одном из известных пакетов: Moldex3D или Cast-Designer.

В работе рассматривается процесс проектирования матрицы, пуансона и выбор типового пакета оснастки инструментальными средствами CAD/CAM CimatronE.

Для конструктивного оформления литниковой системы предлагается использование тайваньского пакета Moldex3D, предназначенного для моделирования всего технологического цикла изготовления (заливка, выдержка под давлением, охлаждение, усадка/коробление) как термопластов, так и реактопластов. Есть возможность проводить моделирование специальных технологий литья – литье со вставкой, на основание, многокомпонентное литье, литье оптики и корпусов микросхем.

Вместе с Moldex3D – основным программным обеспечением, в котором происходит моделирование, устанавливаются и вспомогательные пакеты CADdoctor и Designer (устанавливаются все сразу пакетом, так как друг без друга работать не могут).

На первом этапе моделирование идет в пакете Designer – там моделирование делится на 5 основных этапов, которые обозначены в меню:

1. Импорт модели (в переходных форматах .stp или .igs, которые доступны для всех программ моделирования деталей, будь то Cimatron. NX или Inventor). Так как во время экспорта могут возникнуть ошибки в модели, на этом же этапе представляется возможность перенести загруженную модель в CADdoctor для ремонта.

2. Выбор расположения литников и питателей. При выборе литников указываются точки расположения, а также диаметры. Питатели добавляются автоматически, можно отредактировать их высоту и тип.

3. Добавляется схематически или импортируется сборка формопакета. При моделировании он не участвует, но это необходимо для правильного расположения каналов охлаждения, а также и всей литниковой системы.

4. Генерирование сетки.

5. Экспортирование файла из Designer для дальнейшего проектирования в основном программном обеспечении.

Следующим шагом в программе Moldex3D создается новый проект, там выбирается тип литья, материал для литья из библиотеки материалов, которая содержит около 7000 позиций, и загружается файл, ранее созданный в Designer. В открывшемся файле проекта запускается анализ и, после обработки данных, программа выдает дерево разных аспектов анализа, к примеру, распределение материала со временем, температуры заливки, линии возникших спаев и пр.

Открыв анализ заливки по линиям спая, можно увидеть, где эти линии образуются, они отмечены на модели красным цветом. Такую проблему можно решить, выбрав один основной питатель, через который в первую очередь необходимо подавать материал, а остальные будут открываться тогда, когда расплав из основного питателя достигнет их.

Таким образом, нами проведено моделирование вариантов заполнения, в результате чего выбрано наиболее целесообразное расположение критических для качества детали точек, что на втором этапе позволило спроектировать весь пакет литьевой оснастки средствами CAD/CAM Cimatron.

Секция №8.3. Технологические процессы и системы автоматизированного проектирования металлургического производства

Прямое и обратное прессование

Абдульминов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жаров М.В.
МАИ, Москва
abdulminov@yandex.ru

Прессование – один из основных видов ОМД. Метод доказан академиком Н.С.Курнаковым. Метод прессования позволяет получить изделия различной формы поперечного сечения и длины, от прутков до панелей различной формы. В качестве заготовки используют прокат или слитки из различных сталей и сплавов. Важно при выборе заготовки для прямого прессования выполнение условия: отношение длины к диаметру заготовки не должно превышать 4,5. Целесообразно увеличивать объем заготовки и увеличивать ее длину. Процесс прессования осуществляется путем выдавливания металла из полости контейнера через очко матрицы, прессование производится на гидравлических прессах. Гидравлические пресса подбираются путем выбора необходимого усилия прессования. Различают два вида прессования: прямое и обратное. Отличительная особенность прямого прессования в том, что движение прессштемпеля и истечение металла совпадают. При прямом прессование изделие имеет более чистую поверхность и отличается относительной простотой прессования. В отличие от обратного прессования, необходимо значительно больше усилия, так как необходимо преодолеть трение, возникшее в результате перемещения заготовки. Для получения качественного изделия необходимо предварительно подвергнуть заготовки механической обработке. Обычно технологический процесс прессования включает в себя:

1. Контроль качества исходного материала;
2. Нагрев слитка;
3. Резку слитка на мерные заготовки;
4. Прессование;
5. Закалку;
6. Правку;
7. Резку на финишной пиле;
8. Искусственное старение;
9. Контроль качества готового изделия и маркировку, упаковку.

Основные параметры, характеризующие прямое прессование, на которые стоит обратить внимание: степень деформации, скорость истечения металла, коэффициент вытяжки. При прессовании металл внутри полости контейнера подвергается всестороннему сжатию, вследствие того, что имеет высокую пластичность. Также следует учесть, что в основном прессование проходит с прессостатком, который составляет примерно 1/4 массы заготовки. Также возможен вариант прессования без прессостатка, с помощью сварки порций металла, либо не сваренных друг с другом. Минус такого прессования в том, что место стыка при сварке более хрупкое и имеется шов.

Проектирование технологического процесса и моделирование литья отливок из титановых сплавов

Абрамов П.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бережной Д.В.
МАИ, Москва
jakob_mb@mail.ru

Одной из главных задач, стоящих перед современным технологом, является создание четко отлаженной схемы технологического процесса, позволяющей получить наилучший результат. Такая постановка задачи нередко требует индивидуального подхода к каждой конкретной задаче, особенно когда речь идет о таком нетривиальном, с точки зрения технологичности применения, материале – титане.

Сложность получения годных отливок из титана требует тщательной отработки технологии для каждой отливки, но его ценность существенно ограничивает возможности проведения заливок опытных партий. Здесь и приходят на помощь различные системы компьютерного моделирования литейных процессов. При правильном подходе такие системы могут помочь предупредить большое количество потенциальных просчетов в технологии еще до проведения плавки и заливки [1].

Целью работы стоит выявление оптимальных параметров технологического процесса производства отливок из номенклатуры титанового цеха АО «КТРВ» методом литья по выплавляемым моделям в рамках проводимой НИР. Отливки изготавливаются из титанового сплава ВТ20Л, который имеет высокие прочностные характеристики и сравнительно хорошие литейные свойства [2]. Поскольку титановые сплавы имеют низкую жидкотекучесть, то для улучшения заполняемости формы используется центробежный способ заливки.

Анализ проводился в передовой системе компьютерного моделирования литейных процессов ProCast компании «ESI Group», которая позволяет моделировать тепловые и гидродинамические процессы при кристаллизации титановых сплавов с учетом особенностей центробежной заливки в условиях вакуумирования формы.

Для детального анализа заполнение формы расплавом для обеспечения напорного течения металла в литниково-питающей системе и каналах формы, а также направленного затвердевания отливки проводилась декомпозиция отливки на отдельные гидравлические и тепловые узлы. Было проведено сравнительное моделирование литья рассматриваемых отливок с различными вариантами литниково-питающих систем в графитовую и керамическую (корунд) формы при следующих температурах перегрева: ΔT=100 °C, ΔT=150 °C и ΔT=200 °C.

Проведенный анализ позволил оценить разрабатываемые технологические решения для изготовления титановых отливок из номенклатуры титанового цеха АО «КТРВ» и провести их корректировку для обеспечения получения качественных литейных заготовок.

Анализ смачиваемости поверхности модельных блоков в литье по выплавляемым моделям

Аглиуллина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Варфоломеев М.С.
МАИ, Москва
sunny.agliullina@mail.ru

В работе рассматривается сравнение смачиваемости связующих материалов на водной основе, а именно кремнезольных, и спиртовых связующих отечественного и зарубежного производства.

Практика показывает, что изъятие из производства связующих, содержащих органические растворители, приводит к улучшению условий труда, повышению качества литья, сокращаются производственные затраты и увеличивается рентабельность.

В отечественной практике этилсиликатные связующие всегда являлись основой суспензий для традиционной технологии изготовления керамических форм, поэтому многие не принимали во внимание относительные преимущества связующих на водной основе.

Одним из таких связующих является коллоидальный кремнезем марки Армосил АМ (Россия, г. Казань). Суспензии на его основе имеют длительный период устойчивости, стабильны по своим свойствам и не требуют каких-либо дополнительных операций по приготовлению.

Однако, несмотря на экологичность и другие положительные качества, основным недостатком связующих на водной основе является плохая смачиваемость восковых моделей, по сравнению со спиртовыми связующими. Особенно возникают затруднения с заполнением пазов и отверстий малых диаметров.

Замеры краевых углов смачивания суспензий на связующем Армосил АМ показали, что они плохо смачивают модельные составы (углы >90°), что главным образом связано с тем, что основой связующего является вода, которая обладает большим поверхностным натяжением.

Значительно улучшить смачиваемость поверхности восковых модельных блоков можно следующим образом. Перед окунанием в суспензию модельный блок нужно окунуть в моющую жидкость, содержащую ПАВ, и после этого наносить первый слой суспензии. В результате существенно уменьшается краевой угол (<90°) и достигается наилучшее смачивание восковок.

О возможности производства длинномерных криволинейных профилей методом гибки на трехвалковой машине

Борунова Т.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галкин В.И.
МАИ, Москва
zavarka-tanha@mail.ru

При производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники используются детали сложных форм и конфигураций. К деталям сложных конфигураций относятся криволинейные длинномерные профили, которые являются ответственными силовыми деталями, составляющими конструкцию фюзеляжа самолета. Сложная геометрия длинномерных криволинейных профилей, а также их длина являются факторами, осложняющими изготовление данных изделий. В настоящие время эти изделия изготавливаются в основном методами обработки резаньем. Однако такой способ производства не является эффективным, поскольку характеризуется низким коэффициентом использования материала, высокой трудоемкостью изготовления, а также снижением механических характеристик готовых изделий за счет нарушения деформированной структуры заготовки.

К основным альтернативным способам производства длинномерных криволинейных профилей относятся высокоточная изотермическая штамповка и гибка прессованных профилей на трехвалковой машине.

Производство длинномерных криволинейных профилей методами обработки металлов давлением позволяет повысить их механические и эксплуатационные характеристики, а также коэффициент использования материала, и снизить трудоемкость изготовления изделий. Однако применение высокоточной изотермической штамповки имеет ряд существенных недостатков (высокая трудоемкость и стоимость изготовления штамповой оснастки; низкая производительность процесса, обусловленная малой скоростью деформирования), что затрудняет ее использование в реальных условиях производства, поэтому для исследования выбран процесс гибки прессованных профилей на трехвалковой машине.

К преимуществам изготовления длинномерных криволинейных профилей методом гибки на трехвалковой машине относятся деформированная структура материала изделия, высокий коэффициент использования материала, применение упрочняющей термообработки. При проведении математического моделирования гибки прессованного профиля в программной среде ANSYS установлено, что основной проблемой применения данного метода является сохранение геометрии сечения профиля, поскольку в процессе гибки нагружения испытывает не только стенка профиля, но и его полки.

Для устранения данной проблемы предложено использовать специальные технологические вставки в каждой из открытых полостей исходного профиля и производить совместную гибку. Такая технология позволяет снизить нагрузки, испытываемые полками профиля, и, следовательно, избежать искажения его сечения.

По результатам проведенных исследований предложен новый способ гибки профилей незамкнутого контура и оформлена заявка на изобретение.

Алгоритм выбора технологического решения при формировании маршрута обработки

Брыкалов О.С., Хуббатуллина А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Егорова Е.И.
АФ КНИТУ-КАИ, Альметьевск
oleg.brykalov.s@gmail.com

В настоящее время в технологической подготовке повсеместно вводится автоматизация и интеллектуализация процессов, в связи с превосходством компьютеров в скорости обработки информации в сравнении с человеком. По этой причине этап формирования процессов обработки какого-либо изделия также необходимо автоматизировать.

Прежде чем приступить к процессам создания автоматизированного формирования управляющих программ, необходимо проанализировать тот перечень действий человека, который он совершает при создании технологического решения.

Прежде всего при поступлении к технологу конструкторской документации необходимо классифицировать детали по внешним поверхностям. На основе данной классификации производится назначение стратегии обработки детали и выбор технологического оборудования.

Параллельно с расчетом заготовки (этап, который также необходимо подвергнуть автоматизации) производится выбор технологического оборудования в зависимости от наличия в конструкции детали того или иного конструктивного элемента.

После разбивки детали на типовые элементы осуществляется назначение режущего инструмента. Выбор РИ происходит путем наложения ограничений на его параметры в зависимости от геометрии рассматриваемого конструктивного элемента. Например, при фрезеровании шпоночного паза налагаются ограничения в виде наибольшего возможного диаметра фрезы, способного обработать этот элемент, а также в зависимости от наличия и размеров радиусов, которые в той же степени ограничивают диаметр фрезы еще больше.

За выбором режущего инструмента будет следовать принятие оптимальной стратегии обработки данного элемента, к которым относят методы врезания, снятия припуска, возможность использования специфических условий обработки, которые могут позволить только выбранные оборудование и РИ, и т.д.

Последующие действия технолога заключаются в правильной компоновке переходов, учитывая специфику материала, требуемую геометрическую точность и качество обработанных поверхностей. На данном этапе интеллектуализация деятельности рабочего должна быть наиболее эффективна, в связи с тем, что происходит пересчет множества возможных маршрутов обработки детали и нахождение наиболее оптимального.

Автоматизация деятельности рабочего повысит скорость формирования управляющей программы и ее качество, в связи с предоставлением базового рассчитанного варианта технологу, который либо примет это технологическое решение, либо скорректирует его на основе своих навыков в сторону еще большего повышения результативности выполненной работы.

Разработка методики назначения режимов комбинированной режуще-деформирующей обработки отверстий большого диаметра в деталях авиационной техники

Грибкова Л.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ганзен М.А.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
bearmila@mail.ru

В последние десятилетия в авиастроении наблюдается вытеснение сталей новыми сплавами на основе цветных металлов (алюминиевые, магниевые и титановые сплавы).

Однако при всех преимуществах данных материалов (например, высокой прочности при малой плотности), как правило, они обладают недостаточно высокими показателями износостойкости из-за малой твердости поверхности, которая, в отличие от сталей, не может так широко варьироваться при помощи термической обработки. Взамен термической обработки для повышения износостойкости рабочих поверхностей деталей широко используется нанесение различных покрытий (износостойких, в том числе защищающих от фреттинга). Недостатком такого подхода является склонность нанесенных покрытий к отслаиванию (при низкой адгезии с основанием), растрескиванию и выкрашиванию, нестабильность свойств покрытий, что ограничивает их применение.

Применение комбинированной режуще-деформирующей обработки позволяет повысить точность изготовления, а также улучшить такие показатели качества поверхностей деталей, как шероховатость и волнистость, наклеп и остаточные напряжения, при одновременном повышении производительности процесса обработки. Такой подход активно используется при обработке отверстий малого диаметра (развертыванием и протягиванием), а также при точении и фрезеровании.

Автором доклада предполагается применить режуще-деформирующую обработку при изготовлении отверстий большого диаметра в корпусных деталях.

В перспективе это позволит заменить обработку растачиванием и шлифованием на режуще-деформирующую обработку (растачивание и выглаживание), что приведет к сокращению количества операций, длительности производственного цикла, обеспечению стабильной точности и качества поверхностей отверстий.

Основная проблема заключается в отсутствии единой методики назначения режимов режуще-деформирующей обработки для отверстий большого диаметра. Существующие методики описывают назначение режимов отдельно для растачивания и отдельно для выглаживания. Эти режимы могут оказаться несовместимы друг с другом. В этом случае комбинированная обработка будет невозможна. Тогда конструкция режуще-деформирующего инструмента должна предполагать возможность раздельной последовательной обработки отверстия с переключением режимов при переходе от растачивания к выглаживанию. В случае если режимы растачивания и выглаживания

окажутся совместимыми, геометрические характеристики расточной головки и выглаживающего инструмента могут быть изменены (уменьшена длина инструмента). Расчет режимов обработки должен выполняться исходя из заданной шероховатости поверхности с учетом воздействия теплового фактора от растачивания на последующий процесс выглаживания.

Разработка технологии объемной штамповки проксимального компонента эндопротеза тазобедренного сустава

Денисов Д.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Поляков О.А.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
danik.denisov@inbox.ru

Появление высокопроизводительной цифровой техники и дальнейшее развитие технологий, связанных с ее использованием, позволило разработать мощный инструмент для предварительного моделирования и самопроверки работы технологов в различных областях обработки металлов давлением. Одной из первых отечественных программ для моделирования объемной штамповки стало CAM/CAE-приложение QForm3D. В настоящий момент это приложение является одним из передовых в своей области по многим основополагающим факторам.

Эндопротезирование сустава – современный, наиболее эффективный метод восстановления подвижности сустава путем полной или частичной его замены искусственными компонентами. При различных патологиях тазобедренного сустава эндопротезирование служит основным методом лечения, позволяющим избавить пациента от боли, хромоты и одновременно устранить укорочение конечности.

При выполнении работы основное внимание было уделено разработке конструкции ручьев штамповых вставок для получения штампованной заготовки проксимального компонента модульной ревизионной эндосистемы, позволяющей выполнять замещение проксимального отдела бедренной кости с тазобедренным суставом. Конструкция модульного эндопротеза была разработана в АО «Имплант МТ».

По чертежу готовой детали была построена 3D-модель поковки с учетом предполагаемой усадки. Моделирование поковки и штампов производилось в программной среде САПР-приложения Autodesk Inventor Pro. Исходя из анализа литературных источников и компьютерного моделирования был спроектирован трехручьевой штамп.

В первый ручей помещается заготовка круглого поперечного сечения, полученная путем обрубки стандартного проката, диаметр которого выбирался в процессе данного исследования. По сути, этот ручей осуществляет гибку заготовки с формированием тела компонента и области шейки с «евроконусом».

Перед вторым ручьем заготовка кантовалась на 90° и принимала положение, аналогичное тому, которое будет в чистовом ручье. Верхний штамповый инструмент повторяет форму нижнего штампа чистового ручья, а нижний предназначен для правильного позиционирования заготовки и обеспечения устойчивости во время горячей деформации.

В третий ручей, чистовой, заготовка помещается с поворотом на 180°. Позиционирование происходит в точности так, как это было предусмотрено во втором переходе, благодаря асимметричности верхнего и нижнего инструмента второго перехода.

После моделирования геометрии штамповых вставок был проведен полный анализ результатов в QForm3D. Оценивались параметры, характеризующие состояние заготовки и инструмента во время расчета процесса и после него: температура, деформация, скорость деформации, сопротивление деформации, среднее напряжение, эквивалентное напряжение, скорости течения металла и др. Исследования различных факторов позволяют сделать вывод о том, что поковка получится без каких-либо дефектов, а ее механические характеристики будут достаточно высокими.

Сварка малоразмерных теплообменников из алюминиевых сплавов с повышенным рабочим давлением

Зайцев В.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Конкевич В.Ю.
МАИ, Москва
graf32ru@mail.ru

Алюминиевые сплавы, благодаря высокой теплопроводности, широко используют при изготовлении различных типов теплообменников. При этом при производстве изделий наиболее распространенной является технология пайки. Для изделий авиакосмического назначения в основном используется пайка в парах магния, обеспечивающая высокую коррозионную стойкость паяных соединений. Недостатком паяных алюминиевых теплообменников является то, что для высокотемпературной пайки силумином можно применять сплавы типа АМц, обладающие уровнем прочности менее 100МПа. Поэтому для создания теплообменников с высоким внутренним давлением рабочей жидкости необходимо использовать конструкционные алюминиевые сплавы, обладающие пределом текучести (σ0,2) не менее 150 МПа.

Анализ алюминиевых сплавов, которые обладают требуемой прочностью, размерной стабильностью, коррозионной стойкостью, позволил выбрать для изготовления теплообменника сплав АК4-1 системы Al-Cu-Mg.

Конструкция теплообменника предусматривает создание локальной герметичной замкнутой емкости. Для сварки теплообменника были опробованы два способа сварки: сварка трением с перемешиванием и электроннолучевая сварка.

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) была выбрана из-за того, что этот способ сварки отличается от дуговых способов сварки существенно меньшим тепловложением. При этом сварные соединения имеют узкие швы и небольшие размеры зоны термического влияния.

К сожалению, при ЭЛС теплообменника из алюминиевого сплава АК4-1 наблюдалось образование горячих трещин.

При сварке трением с перемешиванием из-за отсутствия жидкой фазы горячие трещины не образуются. При СТП удалось изготовить изделие с герметичной емкостью. Недостатком СТП применительно к созданию теплообменника является то, что в результате силового воздействия инструмента на детали в изделии образовались остаточные напряжения, которые могут вызвать деформацию в процессе эксплуатации, что неприемлемо.

Таким образом, необходимо продолжить проведение исследований в следующих направлениях:

• Выбрать режимы ЭЛС, при которых не будут образовываться горячие трещины (выбрать параметры режима, откорректировать форму шва и т.п.).

• Совершенствовать технологию СТП для уменьшения формирования остаточных напряжений (выбрать инструмент, откорректировать режим СТП, выбрать режим термообработки).

Автоматизация проектирования технологических процессов фасонного литья из титановых сплавов

Игнатов Д.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Моисеев В.С.
МАИ, Москва
idmdmo@gmail.com

В работе изложены основные результаты по автоматизации проектирования, изготовления отливок из титановых сплавов в форме по выплавляемым моделям.

Основным методом изготовления титановых отливок является центробежное литье с вертикальной осью вращения. Литье осуществляется в вакууме с применением холодных форм по выплавляемым моделям, на основе графита, а также электрокорунда с защитными покрытиями.

На кафедре «ТиСАПРМП» МАИ по заданию промышленности разрабатывается оригинальная методика, обеспечивающая реализацию ключевых задач, решаемых при разработке технологического процесса литья.

К их числу следует отнести: расчет течения расплава в форме; анализ кинетики кристаллизации расплава при течении по каналам литниковой системы; расчет продолжительности затвердевания узлов отливок в форме с целью определения размеров прибылей.

При решении первой задачи, учитывающей потери скорости течения расплава в поле действия центробежных сил, удается определить исполняемые размеры литниковой системы, обеспечивающей

заполнение рабочей полости формы при заданных технологических параметрах литья. При этом учитывается частота вращения формы и уменьшение уровня расплава в стояке по мере заполнения формы расплавом.

Решение второй задачи позволяет спрогнозировать характер физико-химического взаимодействия металла с материалом формы и предотвратить образование в отливках таких дефектов, как незалив вследствие остановки потока или проплавление твердой корки и образование пригара.

Решение третьей задачи позволяет рассчитать технологические параметры, упреждающие образование в отливках усадочных дефектов. В основу этой методики положен метод поузлового расчета. Суть его состоит в том, что, основываясь на принципе суперпозиции, итоговое уравнение теплового баланса выделенного узла отливки учитывает при своем решении все стоки и перетоки теплоты [1, 2].

Внедрение изложенного подхода для автоматизации проектирования технологических процессов существенно повысит надежность получаемых решений.

Список литературы

1. Неуструев А.А. Разработка САПР технологических процессов литья / А.А. Неуструев, В.С. Моисеев, А.Ф. Смыков. – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 216 с.: ил.

2. Неуструев А.А., Моисеев В.С., Смыков А.Ф. Алгоритмизация расчетов затвердевания отливок поузловым методом для специальных методов литья (учебное пособие). – М.: МАТИ, 2011. – 54 с.: ил.

Анализ альтернативных составов газозащитных смесей, применяемых в методе бесфлюсовой плавки магниевых сплавов

Кадочников С.В., Киппин И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бобрышев Б.Л.
МАИ, Москва
kadochnikov_1996@mail.ru

На сегодняшний день применение деталей, изготовленных из магниевых сплавов, ограничено, что связанно с рядом особенностей технологического процесса получения качественного расплава. Это в свою очередь связано с повышенной окисляемостью магния при нагреве и плавке, вследствие высокого сродства к кислороду. Все применяемые на сегодняшний день способы защиты магниевых сплавов сводятся к изменению условий окисления магния или легирующих элементов. При нагреве и плавке магниевых сплавов применяются следующие способы защиты их от окисления:

• Плавка под слоем защитного флюса;

• Плавка и нагрев в газозащитных средах (далее ГЗС).

Самым используемым способом защиты в настоящее время является применение покровных защитных флюсов. Сплошность поверхностной корки из таких флюсов очень высокая за счет смачивания флюсом металла. Кроме того, эти флюсы хорошо смачивают оксид магния, выполняя тем самым рафинирующее действие.

Однако у флюсов имеется существенный недостаток – гигроскопичность. При попадании частиц флюса в тело отливки, при их взаимодействии с влагой будут образовываться локальные очаги коррозии.

Применение ГЗС для защиты магниевых сплавов является на сегодняшний день самым эффективным методом защиты. Сущность данного метода сводится к подаче на поверхность расплава активных газов, при термическом разложении которых продукты разложения вступают в реакцию с магнием с образованием защитной пленки, которая препятствует дальнейшему взаимодействию магния с кислородом. Повышение защитных свойств поверхностной пленки также достигается путем диффузии некоторого компонента активного газа на поверхностную пленку и перекрывания тем самым пор и трещин, для предотвращения дальнейшего поступления кислорода вглубь металла. При этом активный газ вводится либо напрямую, либо в смеси с газом разбавителем для экономии первого.

В наши дни в промышленной практике в качестве ГЗС, главным образом, применяются два газа: SF6 и SO2. Также в СССР был разработан метод защиты сплавов магния с помощью ГЗС, включающих в свой состав в качестве газа-ингибитора фреон-14 и фреон-12.

Однако применение всех перечисленных газов-ингибиторов в составе ГЗС имеет свои недостатки:

• Сернистый газ токсичен, а его применение приводит к коррозии плавильного оборудования, что в свою очередь приводит к ухудшению качества расплава.

• Гексафторид серы (элегаз) относится к группе парниковых газов и имеет высокий показатель потенциала глобального потепления (ПГП). Из-за высокой стабильности SF6 только малая часть газа-

ингибитора вступает в реакцию с поверхностной пленкой расплава, ввиду чего в атмосферу попадает большое количество не прореагировавшего газа. Элегаз является достаточно дорогим газом из-за ограниченных источников его получения.

• Проблема применения двуокиси серы заключается в сильном коррозионном воздействии летучих соединений серы, которые выделяются в результате термической декомпозиции газа. Это вынуждает проводить частую чистку плавильного оборудования, что усложняет технологический процесс.

Применение фреона-12 и фреона-14 неэкологично в связи с тем, что они относятся к парниковым газам. Также фреон-12 и фреон-14 достаточно дорогие и дефицитные газы.

В связи с этим на сегодняшний день стоит важная проблема изыскания новых составов ГЗС, которые в полной мере могли бы заменить уже существующие защитные смеси. Применение новых составов ГЗС позволит усовершенствовать методы комплексной защиты магния и его сплавов от окисления при плавке, литье, термической обработке и других технологических и эксплуатационных нагревах. При этом важно отметить, что в этом случае легирующие элементы, замедляющие окисление, позволят уменьшить расход дорогостоящих газов-ингибиторов, входящих в ГЗС, и использовать в качестве газа разбавитель воздух, что позволит отказаться от герметизации печного пространства.

В последнее время было предложено несколько новых активных газов, которые должны в ближайшее время стать заменой элегаза, диоксида серы, фреона-12 и фреона-14. В большинстве проведенных за последние 20 лет исследований по поиску новых газов ингибиторов было выделено два газа, которые в перспективе могут полностью заменить уже применяющиеся активные газы. Кооперативным исследовательским центром производственного литья металлов (Австралия) для защиты магниевого расплава было предложено использовать HFC-134a или хладон–134a, который относится к фторорганическим озонобезопасным соединениям. Лабораторией отдела эксплуатационных материалов компании "3M" был предложен альтернативный гесофториду серы газ-ингибитор: перфторкетон NOVEC-612™.

В работе проанализированы данные из различных отечественных и иностранных источников, касающихся представленных альтернативных активных газов, проведен сравнительный анализ по каждому из требований, предъявляемых к ГЗС, различных вариаций активных газов и газов-разбавителей, как уже применяемых в промышленности, так и предложенных в качестве альтернативы.

Изучение влияния технологических параметров процесса на формирование прочности соединения слоистого материала алюминий–медь

Киньзякаева Р.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галкин В.И.
МАИ, Москва
rina.kinzyakaeva.94@mail.ru

Разработка металлических композиционных материалов с новым комплексом эксплуатационных и технологических характеристик занимает важное место в современном материаловедении, поскольку появляется возможность получать совершенно новые конструктивные решения в машинах и приборах. Получение композиционных материалов многоцикловой прокаткой является в настоящее время наиболее перспективным способом.

Многоцикловой прокаткой изготавливают полуфабрикаты и детали из композитов. В основе технологического процесса их получения лежит процесс образования неразъемного соединения разнородных компонентов с достаточно высокой прочностью на срез и отрыв. Механизм соединения компонентов достаточно сложный и многостадийный, поскольку получение монолитного соединения невозможно без образования связей на атомарном уровне, которые возникают в результате нагружения и, как следствие, сближения контактных поверхностей компонентов в процессе пластической деформации.

Важнейшей задачей при производстве композиционных материалов многоцикловой прокаткой является изучение влияния основных технологических параметров процесса на прочность соединения компонентов в композите. Прочность связи компонентов зависит от трех основных параметров – это температура, давление и длительность процесса. Строго контролируемые, задаваемые и поддерживаемые параметры процесса обеспечивают получение заданных конструкционных и функциональных свойств композиционных материалов.

Экспериментальными исследованиями установлена зависимость прочности от приведенных технологических параметров процесса. Эксперимент заключался в нагружении нагретой до заданной

температуры исходной заготовки и выдержке ее в течение определенного времени. При проведении опыта использовали прессовую установку. Момент приложения давления принимали за ноль отсчета длительности процесса.

При многоцикловой прокатке соединение компонентов происходит вследствие взаимной диффузии атомов соединяемых пластин через поверхность раздела. При нагружении соединяемые пластины сближаются на расстояние, при котором интенсивно действуют межатомные силы, возникают силы взаимодействия, и атомы соединяются. Давление в данном случае предназначено для обеспечения плотного контакта поверхностей, подлежащих соединению. Повышение температуры увеличивает скорость взаимной диффузии атомов через поверхность раздела и обеспечивает смятие неровностей на соединяемых пластинах за счет поверхностной деформации. Время выдержки способствует развитию процесса диффузии.

В качестве исходной заготовки рассматривается пакет, состоящий из трех различных слоев металла в виде пластин. Его компонентами являлись пластины из меди М1 и технического алюминия АД1. Сборная заготовка состояла из трех слоев, внешние из которых – алюминиевые. Выбор алюминия обусловлен его относительно небольшим удельным весом и высокой технологической пластичностью, медь в паре с алюминием способствует появлению новых свойств у композиционного материала, таких как коррозионная стойкость, электропроводность, теплопроводность и др.

Соединение этих металлов вызывает трудности из-за наличия на поверхности алюминиевых сплавов окисных пленок. В связи с чем прочность соединения алюминия и меди определяется свойствами контактной зоны. Для улучшения качества соединения контактные поверхности должны быть чистыми, так как любые загрязнения приводят к появлению расслоя в композите. Поэтому соединяемые поверхности пластин зачищали, обезжиривали спиртом. Из пластин собирали пакет. Далее пакет предварительно нагружали при заданных технологических параметрах, один из которых имел фиксированное значение. После нагружения проводили испытание композита на сдвиг.

В результате проведенного исследования установлено, что существует связь между действующим давлением и температурой нагрева. Эта зависимость носит асимптотический характер: при неизменной продолжительности нагрева с увеличением давления облегчается получение прочного соединения – снижается необходимая для этого температура. Определены параметры, обеспечивающие «мягкий» режим деформационного процесса, характерный для процесса статического нагружения. Для данного режима характерны длительность выдержки, невысокие температуры и небольшие усилия нагружения. При динамическом нагружении для получения прочного соединения требуются высокие температуры и усилия деформирования, но малое время выдержки.

Таким образом, при определенном сочетании параметров процесса возможно получение требуемой прочности соединения. Установление зависимости между этими параметрами процесса необходимо при отработке оптимальной технологии изготовления композиционных материалов методом многоцикловой прокатки.

Сравнение результатов испытаний образцов материала на сжатие на кулачковом пластометре и пластометре высокого давления

Комаров Р.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Федоров А.А.
МАИ, Москва
Rooney-090@rambler.ru

При практических расчетах процессов обработки металлов давлением (ОМД) рекомендуется использовать реологические соотношения, установленные по результатам испытаний на сжатие. Достоинством этого метода является близость схемы напряженного состояния к основным процессам ОМД (ковке, штамповке, прокатке, прессовании) как по напряженному, так и по деформированному состоянию металла. Экспериментальное определение сопротивления деформации методом сжатия осуществляется, как правило, на пластометрах.

Сравнение проводили для сплава ВТ3–1 по данным Потапова А.И., который испытывал цилиндрический образец по ГОСТ 25.503–97 (образец 3 типа) в диапазоне температур от 773 до 1173К, скоростей деформации от 0,1 до 10 с–1, степеней деформации от 45 до 50%. Величина однородной деформации, достигнутая при этих испытаниях, неизвестна.

Для корректного сравнения результатов эксперимента параметры испытаний были те же, что и у вышеприведенного автора. В процессе однородной деформации, при известном усилии

деформирования по ходу осадки, сопротивление деформации определяли как отношение усилия деформации к текущей площади поперечного сечения рабочей части образца.

Использован образец новой конструкции. Степень однородной деформации оказалась в диапазоне 65–70%.

Построен изотермический разрез в координатах: сопротивление деформации – степень деформации. Установлено, что расхождение кривых сопротивления деформации в диапазоне 16–70% составляет более 15%.

Анализируя полученные данные, можно прийти к выводу, что применение образца новой конструкции в сочетании с возможностями пластометра высокого давления позволяет существенно повысить точность результатов испытаний и корректировать, таким образом, технологические процессы формоизменения, принятые на предприятиях.

Анализ растяжения цилиндрического образца в программе Deform 3D

Кривов Я.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шленский А.Г.
МАИ, Москва
yankrivov@yandex.ru

В систему уравнений, описывающих математические модели процессов пластического формоизменения, входит уравнение вида: предельная степень деформации до разрушения зависит от температуры, скорости деформации и показателя напряженного состояния.

Чтобы определить закономерность взаимосвязи предельной степени деформации от остальных параметров, необходимо провести опыт на растяжение в условиях однородной деформации.

Данная задача была решена на пластометре высокого давления, где благодаря конструктивной особенности достигается равномерное течение металла и постоянство скорости деформации.

Этот процесс был представлен в компьютерной системе Deform 3D. Образец, изготовленный из сплава 1201, был спроектирован согласно ГОСТу 1497–84 (тип образца 4). Для проведения испытания на растяжения в данной программе были заданы следующие параметры: температура от 473 до 723 К, скорость деформации от 0,01 до 10 с–1 и показатель напряженного состояния –1. Упомянутая компьютерная система часто применяется для анализа трехмерного поведения металла при различных способах обработки металла давлением. Данная программа основана на методе конечных элементов, который является самым надежным методом для решения задач формоизменения. Наряду с визуальным отображением растяжения образца, данная система позволяет получить важную информацию о распределении температур, скорости деформации и показателя напряженного состояния.

Применение для исследования сплава 1201 компьютерного моделирования позволило уточнить параметры для построения уравнения предельной пластичности.

Эти данные сопоставимы с результатом, полученным при решении задачи на растяжение образца на пластометре высокого давления.

Новый технологический процесс получения полых литых заготовок

Лавров Д.И., Босалыго К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Смыков А.Ф.
МАИ, Москва
fortunis@list.ru

На кафедре МАИ «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов» разрабатывается новый технологический процесс литья полых литых заготовок, на который получен патент на изобретение. Полости в литых заготовках предложено получать за счет выдавливания расплавленного металла из литейной формы при помощи инертного газа. Натурные эксперименты проводились на алюминиевых сплавах, в частности АК12, литьем в песчаные формы, а полости в отливках получали за счет продувки затвердевающего в форме расплава инертным газом – аргоном. Но это не означает, что разрабатываемый метод литья и его технологический процесс подразумевает использование только песчано-глиняных форм. Предложенным способом получения полых литых заготовок можно изготавливать отливки и другими методами гравитационного литья, например, в кокиль, литьем по выплавляемым моделям и др.

Основными преимуществами разрабатываемого способа литья являются его достаточно простой технологический процесс, возможность автоматизации, сокращение металлоемкости производства за счет отсутствия прибылей в тонкостенных отливках, а также бесстержневая технология.

Новый технологический процесс для литья в песчаные формы можно разделить на следующие основные этапы: изготовление формы, заливка сплава в песчаную форму, выдержка затвердевающего расплава в форме до образования корки металла требуемой толщины и выдавливание инертным газом незатвердевшего остатка сплава из отливки, затем выбивка отливки из формы и удаление элементов литниковой системы.

Нужно отметить, что при верхней схеме подачи инертного газа остается отверстие в отливке, которое в случае необходимости заваривается. Однако можно применять и другие схемы подачи «выталкивающего» газа в литейную форму, заполненную расплавом, например, поступление газа через литниковую систему.

Изучение элементов конструкции и технологии изделия «Закрылок», реализация системы параметризации, создание модели техпроцесса, формирование проекта в системе Microsoft Project

Мелин М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семенов Г.Е.
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 самолета.

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 демонстрации крепления управляющего механизма к крылу и возможности сопоставления форм и размеров закрылка к крылу самолета.

Внешний контур закрылка в некоторой степени схож с внешним контуром условного крыла самолета. 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», входящем 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 более эффективного использования результатов решения задачи технологического проектирования необходимо, чтобы параметры для элементарно обрабатываемых поверхностей, используемых в технологическом маршруте изделия, отвечали текущему состоянию геометрического макета, для чего 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.

Изучение взаимодействия припоев системы Cu-Mn-Ni с паяемым материалом

Мисников В.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пашков И.Н.
МАИ, Москва
vemisnikov@yandex.ru

Припои системы Cu-Mn-Ni широко используются для пайки твердосплавного инструмента в различных областях техники. Соединения, полученные при помощи припоев данной группы, обладают повышенной прочностью к знакопеременным нагрузкам и, как правило, используются в горнодобывающей промышленности.

В работе проведено сравнение паяных соединений, полученных при помощи припоев с разным содержание марганца и никеля, с целью установления взаимосвязи морфологии микроструктуры паяных соединений с их химическим составом. Методами электронной микроскопии исследовано поведение припоев при кристаллизации в широком и узком зазоре. В зависимости от температуры пайки и содержания железа рассмотрено растворение стали и кристаллизация фаз на основе железа. Выявлены закономерности кристаллизации в зависимости от содержания никеля и марганца. Обнаружено явление аномальной диффузионной активности кобальта при длительной выдержке на температуре пайке, которое ведет к выделению богатой кобальтом фазы на границе твердый сплав–сталь. При пайке сталей и твердых сплавов припоями (Cu, Mn, Ni) шов состоит из 2 структурных составляющих. Первая в основном состоит из твердого раствора на основе меди, близкого по составу к сплаву-припою. Вторая – диффузионная зона взаимодействия расплава припоя и стали, которая состоит из твердого раствора (Fe, Mn, Ni). При пайке твердых сплавов именно эта структурная составляющая взаимодействует с Co. Увеличение температуры пайки, так же как и снижение температуры ликвидус сплава, приводит к усилению диффузионного взаимодействия расплав припоя\сталь и приводит к увеличению концентрации фазы, богатой Fe, в теле паяного шва. При наличие в стали Cr происходит образование и обогащение диффузионной зоны карбидами CrXCY.

Технологии и материалы для пайки сотовых уплотнений

Морозов В.А., Монастырская Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пашков И.Н.
МАИ, Москва
vagabungo@bk.ru

Начиная с 60-х годов 20-го века, для уплотнений проточной части горячего тракта газотурбинных двигателей (ГТД) летательных аппаратов широкое применение получили паянные сотовые уплотнения [1]. Использование сотовых уплотнений позволило уменьшить радиальные зазоры между статором и ротором ГТД, тем самым повысить его КПД [2], а также увеличить ресурс частей двигателя, контактирующих с уплотнением во время работы. В начале 2000-х сотовые уплотнения начали успешно применять в паровых турбинах.

Конструктивно сотовое уплотнение представляет собой сотовый элемент – сотоблок из жаростойкой хромникелевой гофрированной фольги, закрепляемый в корпусе сотового уплотнения с помощью пайки.

В зависимости от условий работы сотовых уплотнений для их изготовления используют различные материалы. В компрессорах двигателей и паровых турбинах применяются сотовые уплотнения из нержавеющей стали. Для более температурно-нагруженных ступеней ГТД используют жаропрочные и жаростойкие материалы на основе никеля с высоким содержанием хрома. Для изготовления сотоблоков ГТД в России нашел широкое применение сплав ХН78Т. Для корпусов сотовых уплотнений ГТД используют сплав ХН62ВМЮТ. За рубежом для изготовления сотовых уплотнений также используют никелевые жаростойкие сплавы. Среди них наиболее часто используют Hastelloy X и Haynes 214. Кроме сплавов на никелевой основе также упоминается использование сплавов на основе железа с высоким содержанием алюминия и легированных редкоземельными металлами Y, Hf, и Zr [3].

Для пайки сотовых уплотнений применяются высокотемпературные припои на никелевой основе. В России широкое применение нашли порошковые припои марок ВПр11-40Н и Впр42. Припои являются многокомпонентными, их химический состав максимально приближен к основному, паяемому сплаву. Для снижения температуры в припои вводят депрессанты – Si и B, что не приводит к существенным изменениям структуры и свойств паяемых сплавов. За рубежом используют припои марок AMS 4778, AMS 4779, AMS 4777, а также AMS 4782. Припои имеют более простой химический состав по сравнению с отечественными. AMS 4778 и AMS 4779 являются трехкомпонентными: никель, легированный кремнием и бором, образующими с никелем легкоплавкие эвтектики. Припой AMS 4777 дополнительно содержит хром и железо. Припой AMS 4782 легирован хромом для повышения жаростойкости и содержит только один депрессант – кремний, благодаря чему имеет более высокую температуру плавления.

Для пайки сотовых уплотнений чаще всего используют порошковые припои. Главными требованиями при нанесении порошковых припоев являются точность и равномерность их нанесения. Стабильность дозировки позволяет добиться высокого качества паянной конструкции и отсутствия дефектов в виде непропая или растворения тонкостенных гофрированных фольг сотоблока. Существует несколько технологических приемов точного дозирования порошкового припоя. Первый и самый распространенный при пайке сотовых уплотнений в России – это засыпка порошка припоя специальным дозатором, который обеспечивает равномерное рассыпание припоя по поверхности сотоблока. Порошок засыпают в ячейки сотоблока, собранного с корпусом сотового уплотнения. После засыпки припой фиксируют раствором акриловой смолы и отправляют на пайку. Пайку осуществляют в вакууме или среде аргона с использованием флюса. Данный способ имеет ограничения, связанные с необходимостью доступа к рабочей поверхности сотового уплотнения, он также весьма нестабилен при использовании порошка различной грануляции. Второй способ – это использование порошковых лент на пластичных связующих. Они представляют собой ленты из порошковых припоев, замешанных на различных органических связующих, с заданной плотность припоя, аналогично паяльным пастам. Припой вдавливают в ячейки сотоблока, затем стоболок фиксируют в корпусе сотового уплотнения и отправляют на пайку. Технология находит применение на отечественных предприятиях, однако используется ограниченно ввиду отсутствия стабильной технологии изготовления лент. За рубежом же данный способ нашел широкое применение для пайки сотовых уплотнений; порошковые ленты производят крупные фирмы, такие как Sultzer Metco и Innobraze [4]. С недавнего времени разработкой таких припоев начали заниматься ФГУП "ВИАМ" и АО "Аларм".

Список литературы

1. Крылов П.В., Перевезенцев С.В. и др. Актуальность задачи унификации и оптимизации уплотнений в газотурбинных двигателях. // Газовая промышленность. – 2017. – №11. – стр. 56-61.

2. Заричный А.Ф., Ильичев В.Ю. Сотовые уплотнения турбоустановок и направления их совершенствования.

3. D. Sporer, D. Fortuna. Braze Materials for Brazing Seal Honeycomb Trends, Challenges and a Market Outlook. // Proceedings of the 5th International Brazing and Soldering Conference. – 2012. – pg. 51-59.

4. Морозов В.А., Пашков И.Н., Использование пластифицированных припоев при пайке сотовых уплотнений. // Сборник материалов XIV –й международной НТК «БМП». – 2016 – стр. 305-309

Термодинамический анализ процесса взаимодействия модифицирующего состава на основе диоксида титана с расплавом силумина

Никитин Е.А., Шляпцева А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ряховский А.П.
МАИ, Москва
shadow03@inbox.ru

При разработке модифицирующего состава для силуминов исходили из принципа комплексного влияния модификатора на структуру Al-Si сплавов. Для этого в состав модификатора должны входить соединения титана (для измельчения Al зерна) и бария (для измельчения и облагораживания эвтектического Si). С целью уменьшения себестоимости состава титан предлагается вводить с помощью оксида $TiO□□_2$, широко применяемого в различных отраслях промышленности [1]. Барий – с помощью фтористой соли BaF_2. Теоретическую оценку возможности модифицирования силумина с помощью диоксида титана и фторида бария осуществляли с применением термодинамического анализа возможных реакций взаимодействия выбранных добавок с Al-Si расплавом.

Выбор дополнительных добавок модифицирующего состава осуществляли исходя из анализа диаграмм плавкости фторидных солевых систем и значений растворимости диоксида титана в солях. Таким образом, для исследований были выбраны дополнительные добавки: фторид калия и натриевый криолит. Оценивали термодинамическую вероятность восстановления диоксида титана до титана в алюминиевом расплаве в присутствии выбранных фтористых добавок. При расчетах энергии Гиббса реакций учитывали изменение энтальпий и энтропий всех аллотропических и агрегатных превращений веществ.

Полученные данные показали, что при температурах плавки до 1073К (800°С) возможно протекание реакций алюмотермического восстановления диоксида титана до монооксида титана и элементарного титана. Однако в реальных условиях при указанных температурах восстановление титана маловероятно из-за его плохой смачиваемости. Уменьшить межфазное натяжение на границе расплав – оксид титана позволяют фториды. Диоксид титана растворяется в расплаве фтористых солей щелочных и щелочноземельных металлов с образованием различных комплексных соединений.

При температурах до 800°С возможно образование фтортитанатов натрия (Na_2TiF_6) и калия (K_2TiF_6), которые затем взаимодействуют с алюминием с образованием интерметаллидов TiAl и $TiAl_3$, являющихся дополнительными центрами кристаллизации для Al. При этом калий не переходит в расплав, оказываясь связанным в калиевый криолит, химически устойчивый в расплаве при данных температурах.

Взаимодействие фторидов с оксидом титана в расплаве силумина возможно и с образованием двойных оксидов щелочного или щелочноземельного металла с алюминием. Такие реакции также протекают с восстановлением диоксида титана до титана.

Фторид бария обеспечивает введение в сплав бария, способствуя измельчению эвтектического кремния. При этом барий обладает длительным сохранением эффекта модифицирования (более 5 ч) и не способствует повышению газовой пористости, что выгодно отличает этот элемент от натрия и калия. Однако вследствие высокой теплоты образования фторида бария его реакционная способность значительно ниже, чем у других фторидов. Взаимодействие соли с алюминием с образованием бария и субфторидов алюминия наиболее вероятно при совместном вводе с фторидом калия вследствие образования легкоплавкого флюса. В результате Ba переходит в расплав, где является модификатором эвтектического кремния.

Особенности разработки технологического процесса изготовления детали типа «рабочее колесо с радиальными лопатками»

Парамонов Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Соколов А.В.
МАИ, Москва
UnitDeleted@yandex.ru

Современные методы изготовления деталей позволяют получать изделия ответственного назначения самыми разными способами. К таким деталям относится рабочее колесо с продольными ребрами.

Данная деталь представляет собой крыльчатку (рабочее колесо) высотой 49 мм, диаметром 122 мм и толщиной ребра 1,2–2 мм. Изделие возможно получать несколькими способами: штамповкой в

многосекционном закрытом штампе, высокоскоростной штамповкой (ВСШ), обработкой резанием на станках с ЧПУ и литьем.

В условиях жесткой экономической нестабильности задача технолога не только разработать технологический процесс получения изделия данного класса, но и сделать его наиболее экономически эффективным. Решение данной задачи возможно при использовании технологий ВСК, так как именно ВСШ позволяет обеспечить максимальную экономию исходного сырья, топлива и материалов, выпуск высококачественных штамповок, не требующих значительной последующей механической обработки.

Технологические возможности высокоскоростной штамповки основываются на ряде особенностей процесса и оборудования, наиболее существенные из которых следующие:

• Повышенная (8–20 м/с) скорость деформирования, позволяющая сократить длительность процесса штамповки, выполнять его практически без теплообмена, что создает условия для изготовления особо сложных и точных штамповок с тонкими элементами (ребрами, лопатками, стенками, полотнами, отростками и т. д.);

• Наличие нижнего (а на некоторых моделях молотов и верхнего) выталкивателя с большим ходом и значительным усилием, что позволяет получать поковки с минимальными штамповочными уклонами и радиусами или без уклонов.

На высокоскоростном оборудовании можно получить толщину стенки 3–4 мм, ребер 1,2–2,0 мм, полотен 2–3 мм; точность выполняемых размеров по 1-му классу (ГОСТ 7505); отдельные элементы поковок (ребра, лопатки и т. п.) можно выполнять с допуском ±0,05-0,1 мм; чистоту поковок из титановых сплавов и сталей до 5–6-го классов; из алюминиевых сплавов до 7–9-го.

Все вышеперечисленные преимущества позволяют не только использовать высокоскоростную штамповку как один из возможных способов получения изделий с развитыми поверхностями, но и рассматривать ее в качестве наиболее перспективной.

Изучение влияния мелкозернистой структуры магниевых сплавов МЛ5 и МЛ10, полученной быстрой закалкой расплава, на коррозионную стойкость

Патрушев А.Ю., Ярошенко А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Серов М.М.
ВИАМ, Москва
lokotrains@yandex.ru

Одним из основных и часто применяемых способов лечения переломов и живых тканей в российской и зарубежной медицине является остеосинтез металлическими имплантатами. Имплантат должен отвечать целому ряду характеристик для безопасного применения в организме человека или животного, такими как биологическая совместимость металла с организмом, механическая прочность, коррозионная стойкость и др. Используемые в настоящие время имплантаты из сплавов на основе титана и нержавеющей стали обладают основным недостатком – необходимостью хирургического вмешательства по истечении срока остеосинтеза, что накладывает ряд определенных трудностей.

Справиться с поставленной задачей могут биоабсорбируемые материалы, которые разлагаются в процессе заживления кости или тканей, не оставляют после себя следов и не требуют дополнительных хирургических операций. Одним из таких материалов является магний. Обладая биологической совместимостью с организмом человека, модулем упругости, близким к значениям модуля упругости человеческой кости, магний используется в качестве медицинских имплантатов. Помимо этого, магний приносит пользу организму в виде микроэлементов, необходимых в процессе восстановления.

Однако чистый магний обладает существенным недостатком – низкой коррозионной стойкостью, что оказывает непосредственное влияние на время нахождения имплантата в организме. Для решения этой проблемы применяют различные добавки легирующих элементов, но их выбор должен тщательно рассматриваться, чтобы поддерживать биологическую совместимость.

Помимо этого, коррозионную стойкость имплантатов могут повысить новые методы получения полуфабрикатов. Одним из таких методов является экстракция висящей капли расплава (ЭВКР) [1], которая позволяет быстрой закалкой расплава получать полуфабрикаты с мелкозернистой структурой.

В ходе выполнения работ были изучены магниевые сплавы МЛ5 и МЛ10, влияние мелкозернистой структуры на коррозионную стойкость, проведен сравнительный анализ коррозионной стойкости

дискретных волокон, полученных методом ЭВКР, и прутков диаметром 10х5 мм, полученных в работе [2].

Полученные быстрой закалкой дискретные волокна обладали мелкозернистой структурой с размером зерна 4–6 мкм. Для испытаний на коррозионную стойкость был приготовлен 3% водный раствор NaCl, образцы погружались в раствор при температуре 37 °С на 10 суток. Исследовалась потеря массы образцов от первоначальных значений, которая составила 0,06% для сплава МЛ10 и 8% для сплава МЛ5. Для сравнения, прутки, изготовленные из тех же сплавов, потеряли 0,04% и 35% от первоначальной массы соответственно.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что мелкозернистая структура, достигнутая быстрой закалкой расплава, способствует повышению коррозионной стойкости. Кроме того, метод ЭВКР позволяет получать дискретные волокна для изготовления пористых имплантатов, что способствует более быстрому заживлению кости или ткани в организме человека.

Список литературы

1. В.Н. Анциферов, М.М. Серов, В.П. Лежкин, А.А. Сметкин. О получении, свойствах и применении быстроохлажденных волокон, 2013.

2. Биорезорбтивные свойства сплавов магния. Чемирис А.И., Цивирко Э.И., Черный В.Н., Шаломеев В.А. Яузн Е.В. Запорожский государственный медицинский университет. Травма том 12 №3, 2001

Автоматизированный выбор средств технологического оснащения при проектировании технологических процессов авиастроительного предприятия АО «Авиастар-СП» на основе САПР ТП «ТеМП2»

Сидорова А.И.
УлГУ, Ульяновск
alena280194@mail.ru

Одним из источников повышения эффективности всего производства является снижение временных затрат на изготовление деталесборочных единиц на машиностроительных предприятиях. Авиастроительное производство – одна из отраслей машиностроения, которая характеризуется большой номенклатурой деталей, изготавливаемых с применением различных средств технологического оснащения.

Основным условием определения времени изготовления деталей является качество разработанной технологической документации. Данное условие возможно только при наличии автоматизированной системы проектирования технологических процессов. В качестве такого программного продукта на АО «Авиастар-СП» применяется система автоматизированного проектирования технологических процессов «ТеМП2».

В настоящее время большинство технологических процессов (кроме цехов агрегатно-сборочного и производства окончательной сборки) на АО «Авиастар-СП» представлены лишь в бумажном виде. Внедрение данной системы в цеха механо-каркасного, механосборочного, заготовительно-штамповочного и металлургического производств, а также производства композиционных материалов, позволит сократить длительность технологической подготовки производства за счет автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов (ТП), а также выбора средств технологического оснащения (СТО).

К средствам СТО относятся технологическое оборудование и технологическая оснастка (инструменты и средства контроля). Выбор конкретного оборудования осуществляется в зависимости от вида обработки (операции), а также от характеристик самого оборудования. Выбор технологической оснастки осуществляется в зависимости от обрабатываемых параметров детали.

Для разработки модели автоматизированного выбора СТО в системе автоматизированного проектирования технологических процессов применятся редактор технологических процессов. В данном редакторе разработка модели выполняется на языках программирования инженера-технолога (ЯПРИТ) и инженера-нормировщика (ЯПРИН). Укрупненная структура автоматизированного выбора СТО в САПР ТП «ТеМП2»:

- выбор вида работ (классификатор видов работ);
- выбор технологической операции;
- выбор технологического перехода;
- задание параметров, необходимых для выбора СТО (диаметр, глубина обработки, шаг резьбы и т.д.);
- подбор конкретной позиции инструмента.

Разработка каждой модели (например, выбор конкретной позиции сверла под заданные параметры) на языке программирования «ЯПРИТ» занимает длительное время, так как всю модель приходится разрабатывать вручную, каждый раз сверяя параметры инструмента в БД. Для уменьшения времени на разработку моделей на каждый вид инструмента было разработано программное обеспечение, которое позволит:

• в зависимости от заданного вида инструмента сортировать позиции инструмента в базе данных «ТеМП2»;

• от заданных параметров инструмента (диаметр, длина, ширина и т.д.) формировать в отдельном диалоговом окне на языке программирования «ЯПРИТ» алгоритм выбора СТО;

• отображать данный алгоритм в отдельном диалоговом окне ПО и выгружать разработанную модель выбора СТО в формате Excel.

Благодаря данной программе по автоматизированному формированию алгоритма выбора СТО на языке программирования «ЯПРИТ» инженер-информационщик будет затрачивать меньше времени на разработку или доработку информационного обеспечения для САПР ТП «ТеМП2».

Представление графического чертежа в виде графа размерных связей модулей поверхностей

Терехин Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Егорова Е.И.
АФ КНИТУ-КАИ, Альметьевск
nikita.terehin123@gmail.com

В машиностроении сложность проектирования варьируется в очень большом диапазоне, поэтому для получения и структурирования знаний о проектируемом продукте эффективно использовать автоматизированные системы с интеллектуальными настройками, которые позволяют разрабатывать лучшие технологические процессы с технической и экономической точек зрения.

Информация о детали или изделии, приведенная в конструкторской документации, должна четко отражать то, что необходимо технологу для разработки технологического процесса изготовления детали. Эта задача решается путем представления детали или изделия структурированным набором поверхностных модулей и соединительных модулей. Такое множество позволяет определять технологические переходы в процессе дальнейшего проектирования и устанавливать связи между ними, их взаимную ориентацию в деталях, что необходимо для разработки технологических процессов изготовления деталей.

С этой точки зрения деталь будет рассматриваться в виде графика как упорядоченный набор поверхностных модулей.

Представлен набор соответствующих поверхностных модулей [1], которые обозначены выносными линиями, такими как выносные линии на сборочном чертеже, указывающие поверхности, которые составляют деталь.

Чтобы определить базовую конструкцию двух модулей поверхностей, размеры координат строятся из построенных на них систем координат, т.е. проекции R вдоль осей координат будут иметь линейные размеры по осям X, Y, Z и углам поворота φ, ψ, θ, где угол φ – это вращение системы координат поверхностных модулей вокруг оси OX, угол ψ – это вращение вокруг оси OY, а угол θ – это вращение вокруг оси OZ.

Количество координирующих размеров, которые определяют положение поверхности внутри поверхностного модуля, зависит от типа поверхности. Например, для определения положения плоской поверхности достаточно указать одно линейное и два угловых координационных размера. Чтобы определить положение цилиндрической поверхности, достаточно указать четыре координирующих измерения – два линейных и два угловых. Для технолога важно знать, какие поверхностные модули выступают в качестве проектных основ. Следовательно, построение графика размерных связей модулей поверхностей детали поможет технологу увидеть все проектные основы и модуль поверхности, определенный относительно них.

В заключение следует отметить, что большинство проблем автоматизации технологической подготовки производства определяются:

• Несовершенством методов решения технологических задач,

• Отсутствием строгих правил и их двусмысленностью,

• Низким уровнем формализации.

Описанный выше способ представления детали с использованием графика размерных связей поверхностных модулей позволяет описать его с помощью алгоритма для дальнейшей автоматизации процесса проектирования.

Моделирование процесса формирования отливки из сплава АК7ч в комбинированной форме

Тимофеев И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Моисеев В.С.
МАИ, Москва
timof0659@gmail.com

Одним из основных методов изготовления алюминиевых отливок является литье в кокиль. При литье отливок со сложной геометрией и внутренними полостями используют стержни. Они могут быть как металлические, так и из песчаных смесей. Перед началом моделирования формирования отливок необходимо выбрать способ литья, определить необходимость наличия стержней в отливке, рассчитать литниковую питающую систему и выбрать ее тип, количество и местоположение прибылей.

После выполнения всех вышеописанных операций разрабатывается чертеж отливки, где назначаются напуски на механическую обработку, литниковая система, прибыли. На основе данного чертежа производится моделирование тепловых и гидравлических процессов в СКМ «ProCast».

Моделирование формирования отливки в СКМ «ProCast» проходит в 3 этапа.

На первом этапе разрабатываются 3D-модели всех объектов, участвующих в создании отливки. В них могут входить: отливка, литниковая питающая система, форма (кокиль, из песчаных смесей и т.д.), стержни, холодильники. И все они должны находиться в одной системе координат.

На втором этапе подготовленные ранее 3D-модели переносятся в СКМ «ProCast», где на их основе создается объемная сетка, необходимая для дальнейшего расчета формирования отливки.

Третий этап нужен для задания всех параметров во время литья отливки – температуры заливки сплава, времени заполнения, температуры формы, материала формы, отливки, стержней и холодильников. Взаимодействия всех элементов между собой. После задания всех параметров производится процесс моделирования и по его окончании можно посмотреть наглядно этапы заполнения, кристаллизацию отливки, возможность образования дефектов.

Компьютерное моделирование формирования отливок существенно упрощает процесс разработки технологии литейных процессов.

Дуговая сварка тонколистовой конструкции из алюминиевого сплава

Урванцев Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Никитина Е.В.
МАИ, Москва
vusen3.3@gmail.com

Сварные баки из алюминиевых сплавов, работающие под повышенным внутренним давлением, относятся к типичным узлам летательных аппаратов. Требование к массовой эффективности узла приводит к тому, что можно использовать только тонколистовой алюминиевый прокат (толщиной 2–3,5 мм). Типичные размеры баков: диаметр от 400 до 800 мм, соотношение длины бака к диаметру составляет 1,5–2, причем днище обычно выполняется сферической формы. Типовая конструкция бака предусматривает выполнение одного прямолинейного и двух кольцевых швов. При нагружении бака внутренним давлением наблюдается двухосное напряженное состояние, при котором возникает значительная неоднородность в распределении напряжений. С целью анализа распределения напряжений в баке произведено моделирование (с помощью программы AnSYS) напряженного состояния в сварных швах со следующими допущениями:

• Исходный материал (лист, днища) – изотропен,

• Сварные швы содержат две различные зоны (металл шва, ОШЗ), отличающиеся по физическим характеристикам (модулю Юнга и коэффициенту Пуассона).

В результате моделирования установлено, что наиболее слабой зоной (наивысшая концентрация напряжений) является зона вблизи границы продольного шва, перекрытого последующим кольцевым швом. В местах перекрытия шва и особенно в участках двойного переплава ОШЗ наблюдаются превышения напряжений на 20–25% от напряжений в других участках продольного шва (наиболее нагруженного).

С целью снижения структурной и химической неоднородности в зоне швов и местах пересечения швов произведен анализ влияния формы шва и состава легирующей присадочной проволоки на формирование свойств.

Установлено, что при импульсной дуговой сварке удается дозированным введением тепла оптимизировать форму шва и обеспечить плавный переход от шва к листу.

Использование присадочной проволоки, дополнительно легированной Sc, позволило обеспечить в шве однородное мелкое зерно, практически изотропное.

По результатам проведенных исследований разработан вариант технологии импульсной дуговой сварки, обеспечивающий:

• Наиболее благоприятную форму шва;

• Формирование благоприятной однородной изотропной структуры шва, что привело к некоторому повышению временного сопротивления разрыву шва (на 8–15 %) и заметному росту пластичности шва и околошовной зоны (на 20–30%).

Выводы:

1. Проведено моделирование напряженного состояния в оболочковой конструкции с неоднородными физическими свойствами зон. Установлена наиболее слабая зона сварной конструкции.
2. Исследовано влияние технологических параметров (режима сварки и состава присадочного материала) на формирование структурной неоднородности в опасной зоне.
3. Показано, что предлагаемый вариант технологии ИДС позволяет за счет уменьшения неоднородности структуры снизить возникающие в процессе работы напряжения и повысить работоспособность сварной конструкции.

Исследование модифицирующего влияния рубидия и цезия на свойства литейных алюминиевых сплавов

Федорцов Р.С.
Научный руководитель — к.т.н. Петров И.А.
МАИ, Москва
aviatormati2016@mail.ru

Широкое применение в металлургии получили литейные алюминиевые сплавы – силумины. Силумины обладают наилучшими литейными свойствами и используются для производства сложных фасонных отливок в авиастроении и автомобилестроении. В связи с возрастающими требованиями к эксплуатационным свойствам изделий из литейных алюминиевых сплавов разработка новых и модернизация старых технологий приводит к повышению качества фасонных отливок из силуминов, что является актуальной задачей.

Известно, что для повышения механических свойств фасонных отливок из литейных алюминиевых сплавов необходимо использовать технологию обработки расплава, которая обеспечивает измельчение структуры за счет введения в расплав малого количества добавок, то есть модифицирование.

Анализ технической литературы, а также полученные ранее экспериментальные данные показали, что при обработке силумина рубидий и цезий обладают высокой модифицирующей способностью и длительностью сохранения эффекта модифицирования при продолжительной выдержке расплава и нескольких переплавов [1,2] по сравнению с широко используемым в литейном производстве натрием.

В настоящей работе изучена возможность применения рубидия и цезия для модифицирования различных литейных алюминиевых сплавов: АК5Мч, АК7ч, АК9ч и АК18.

Результаты механических испытаний литейных алюминиевых сплавов после их обработки рубидием и цезием показали, что обработка расплава этими металлами оказывает положительное влияние на механические свойства исследуемых сплавов. Обработка рубидием и цезием вызывает повышение механических свойств, особенно относительного удлинения исследуемых сплавов, превосходя аналогичные показатели сплавов, обработанных стандартным флюсом, традиционно применяемым в промышленности при производстве отливок.

Повышение механических свойств исследуемых литейных алюминиевых сплавов связано со значительным измельчением частиц кремния в эвтектике (α + Si), наблюдаемым в микроструктуре сплавов. Измельчение эвтектического кремния можно объяснить адсорбционным воздействием рубидия и цезия, являющихся поверхностно-активными элементами, на формирующиеся кристаллы эвтектического кремния.

На основе полученных результатов можно сделать вывод о целесообразности проведения дальнейших исследований по использованию рубидия и цезия для модифицирования литейных алюминиевых сплавов. Для практического применения и разработки технологии модифицирования литейных алюминиевых сплавов требуется изучение влияния рассмотренных элементов на литейные свойства, склонность к образованию пористости и на температурные интервалы кристаллизации. Проведенный анализ позволил провести оценку рубидия и цезия как модификатора для силуминов. Что позволяет продолжить модернизировать технологии модифицирования литейных алюминиевых сплавов для обеспечения получения качественных литых заготовок.

Список литературы

1. Петров И.А., Ряховский А.П., Федорцов Р.С. Исследование влияния модифицирования расплава азотно-кислыми солями щелочных металлов на свойства сплава АК12. // Технология легких сплавов. 2017. № 3. С. 75–80.

2. Петров И.А., Ряховский А.П., Шляпцева А.Д. Исследование длительности сохранения модифицирующей способности некоторых щелочных металлов в расплаве силумина // Технология легких сплавов. 2018. № 3. С. 55–61.

Разаботка ультраструйной технологии получения суспензий с углеродными нанотрубками

Чжо Мьо Хтет, Проваторов А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галиновский А.Л.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
htet2066@gmail.com

На сегодняшний день композиционные материалы являются своеобразным ресурсом в развитии различных отраслей машиностроения, авиа- и ракетотроения, строительства и т.д. Им отводится значимое место в решении ряда актуальных проблем совершенствования технических изделий, повышения их надежности, увеличения ресурса, снижения себестоимости эксплуатации и т.д. Разработка современных высокоэффективных композиционных материалов является актуальной задачей, решение которой невозможно без модификации их свойств.

Наряду с этим полученные материалы не должны отличаться по показателям качества от существующих современных аналогов. Также в соответствии с новыми нормативными документами уделяется большое внимание экологичности применяемых материалов. Разработка перспективных эффективных материалов невозможна без модификации их свойств (прочности, влагостойкости и т. д.).

Одним из перспективных направлений развития композиционных материалов является модификация их многослойными углеродными нанотрубками (МУНТ). Согласно [13], одним из эффективных методов диспергирования МУНТ является эксперимент по получению водной дисперсии углеродных нанотрубок при помощи гомогенизатора Silverson L4RT. Silverson L4RT представляет собой роторно-статорную диспергирующую систему погружного типа. Автор отмечает, что принцип диспергирования заключается в высокоскоростном вращении лезвий ротора внутри смесительной прецизионно обработанной головки, что создает сильнейшее разряжение, засасывая жидкость и углеродные нанотрубки со дна емкости в центр головки. Далее центробежная сила относит углеродные нанотрубки к периферии головки, где они перемалываются в зазоре между концами лезвий ротора и внутренней стенкой статора. Затем интенсивный гидравлический сдвиг выбрасывает их на высокой скорости через отверстия в статоре, в процессе чего происходит дополнительное измельчение за счет взаимодействия с жидкостью и циркуляции в основной массе смеси. Углеродные нанотрубки, вытесняемые из головки, направляются радиально с большой скоростью к стенкам емкости. Одновременно с этим свежие МУНТ беспрерывно засасываются в головку, поддерживая постоянный цикл смешивания [13]. Дополнительным преимуществом данного метода является получаемый тип циркуляции со сниженным эффектом аэрации, вызываемым возмущающими воздействиями на поверхности жидкости.

Также, согласно [13], одним из распространенных методов диспергирования МУНТ является метод получения водной дисперсии при помощи высокоскоростной бисерной мельницы, позволяющий добиться существенного повышения механических характеристик за счет направленного изменения структуры матрицы исходного материала.

Результативность данного метода заключается в механическом разрушении агломератов до меньших размеров за счет взаимодействия твердых компонентов смеси с размольной системой. Таким образом, диспергирующая система состоит из двух частей: размольной камеры и ротора; в

камеру вместе с компонентами загружается бисер, вся система приводится ротором во вращательное движение. Процесс диспергирования протекает между отдельными частицами бисера, контактирующими друг с другом, а также между бисером и ротором или стенками емкости [13].

В МГТУ им. Н.Э Баумана была предложена технология использования сверхскоростной струи жидкости в качестве специфического инструмента для получения на базе размываемого струей материала мишени ультрамелкодисперсных функциональных суспензий [12].

Выводы

Сравнительный анализ полученных значений с исходными образцами и одним из классических методов диспергирования показал технологическую эффективность применения способа диспергирования МУНТ с помощью методики [12]. Данная методика позволяет добиться существенного уменьшения размеров частиц в составе МУНТ, в среднем в 4–5 раз, что несет в себе практическую значимость данной работы.

Перспективой развития исследования является установление временных границ сохранения заданного уровня диспергирования МУНТ, что крайне важно для выдачи практических рекомендаций по их использованию для приготовления вяжущих материалов, введения в состав присадок, красок и других материалов.

Перспективы получения цельноштампованных дисков с лопатками с улучшенными эксплуатационными показателями

Чудин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Соколов А.В.
МАИ, Москва
jgmpdpdmtjw@mail.ru

Использование цельноштампованных рабочих колес в конструкциях обеспечивает существенное улучшение эксплуатационных показателей газотурбинных двигателей (ГТД), гарантирует повышение надежности и увеличение ресурса. Однако сложная форма колес, трудоемкость их изготовления и необходимость обеспечения высокой точности геометрических параметров и исполнительных размеров существенно ограничивают их применение.

Повышение требований к изделиям вызывает необходимость использования новых и улучшенных материалов, а также способов их обработки для получения высокопрочных деталей, которые работают при высоких нагрузках. При этом первоочередное значение приобретают методы обработки давлением, позволяющие улучшить механические свойства материалов деталей за счет получения мелкозернистой, а в ряде случаев специальной структуры металлов.

Наиболее перспективным технологическим процессом пластического формоизменения является изотермическая штамповка лопаток, дисков и дисков с лопатками (моноколес). Общая тенденция в обработке металлов давлением наблюдается в разработке безприпусковой и малоприпусковой технологии. Это позволяет в 2,0–3,5 раза сократить расход металла, а также свести к минимуму механическую обработку резанием и объем слесарно-доводочных работ.

Максимальная эффективность процессов точной штамповки может быть достигнута при изготовлении деталей сложных форм с развитой поверхностью, содержащих тонкие полотна, ребра, лопатки сложного аэродинамического профиля вместе с диском методом высокоскоростной штамповки. Процессы штамповки обеспечивают высокую степень однородности деформаций и получения равномерной структуры материала необходимой дисперсности. В результате достигаются увеличение уровня стабильности механических свойств и надежности изделий.

Производство автомобильных дисков методом горячей объемной штамповки

Шураев Ю.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Палтиевич А.Р.
МАИ, Москва
tomd@mati.ru

Главным требованием, предъявляемым к автомобильному колесу, является прочность. Автомобильное колесо должно не только нормально себя вести при езде по ровному покрытию, но и выдерживать «пиковые» нагрузки. Другим требованием является низкая масса. Казалось бы, какая разница, сколько колесо весит, однако расчеты специалистов говорят о том, что нужно вести борьбу за каждый килограмм. Дело в том, что колесо относится к так называемым неподрессоренным массам автомобиля. Именно величина неподрессоренных масс во многом влияет на плавность хода,

управляемость, динамичность пр. Так, если колеса будут весить всего на 1 кг меньше, то в автомобиле можно будет без особых потерь в скорости и комфорте перевозить на 60 кг больше груза.

Задачи, стоящие перед технологическим процессом изготовления диска колеса методом горячей объемной штамповки:

• Повышение коэффициента использования материала;

• Исключение нарушения волокнистой структуры металла изделия;

• Снижение числа этапных переходов без применения специального оборудования.

Этот результат достигается предлагаемым способом изготовления дисков колес автомобилей, заключающимся в установке нагретой дискообразной заготовки в штамп и воздействием на нее аксиальным усилием, необходимым для поэтапной экструзии металла. В заданном направлении между матричной и пуансонной частями с формообразованием стенок и торца стаканообразной детали, профилируемых в соответствии с заданной гравюрой и включающих центральный посадочный ручей и реборды по периферии за ряд этапных переходов при сменяемости одной из частей штампа, процесс проходит в постоянстве температурного поля за счет компенсации теплопотерь энергией активного трения с использованием скоростного фактора режима штамповки в два перехода с преобразованием аксиального усилия в давление, обеспечивающее объемное течение металла на первом переходе снизу, а на втором переходе – от центра боковой и торцевой стенок к периферийам заготовки со скоростным напором металла заготовки при заполнении полости штампа.

При этом на первом переходе при неподвижном пуансоне и подвижной матрице осуществляют окончательное формообразование внутренней полости диска колеса по гравюре пуансона, а на втором переходе на том же пуансоне при смежной подвижной секционной матрице его наружной поверхности, включающей посадочный ручей и реборды, с окончательным профилированием по гравюре матрицы на этом переходе аксиальное усилие создают поочередным дискретным воздействием на последовательно сопряженные друг с другом участки секционной матрицы с необходимой повторяемостью траектории приложения указанного усилия при круговом обходе последней по степени.

Процесс позволяет на основе прогрессивных методов горячей штамповки значительно улучшить качество готовых изделий и сочетает в себе такие процессы, как изотермическая штамповка, штамповка в разъемных матрицах и штамповка в штампах для безоблойной штамповки.

Влияние термической обработки на структуру дисперсных частиц титано-алюминиевых сплавов на основе интерметаллических фаз γ(TiAl) и α2(Ti_3Al), полученных методом ЭВКР

Ярошенко А.С., Патрушев А.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Серов М.М.
МАИ, Москва
aleksandr_yaroshenko@list.ru

Одними из перспективных высокотемпературных конструкционных материалов являются материалы на основе титано-алюминиевых сплавов, содержащие интерметаллические фазы γ(TiAl) и α2(Ti_3Al). Однако при использовании традиционных методов обработки слитков или литья на основе фаз γ-(TiAl) и α2(Ti_3Al) с содержанием алюминия 45–48% происходит образование макроскопических столбчатых зерен и выраженной микросегрегации легирующих элементов.

Решить данную проблему позволяет метод экстракции висящей капли расплава (ЭВКР), являющийся разновидностью методов высокоскоростного затвердевания расплава, позволяющий получать метастабильные структуры и повышать их однородность, путем повышения растворимости легирующих элементов и примесей. Данным методом были получены дисперсные частицы титано-алюминиевых сплавов на основе интерметаллических фаз γ(TiAl) и α2(Ti_3Al).

Механические свойства титано-алюминиевых сплавов на основе интерметаллических фаз γ(TiAl) и α2(Ti_3Al) при комнатной температуре сильно зависят от чистоты по примесям, типа и параметров микроструктуры, величины и формы микрозерна. Поэтому механические свойства интерметаллидов меняются в широких пределах, в зависимости от режима термообработки полученных дисперсных частиц.

Исследование влияния термической обработки на структуру дисперсных частиц титано-алюминиевых сплавов на основе интерметаллических фаз γ(TiAl) и α2(Ti_3Al) показало, что, в зависимости от режима термической обработки, структура претерпевает изменения, связанные с фазовым β/(β+O) переходом. Проведение термической обработки при 800 °C приводит к выделению O-фазы, и сплав становится хрупким, однако предел прочности возрастает до 1300 МПа (для

стандартного литейного сплава предел прочности составляет 1150 Мпа). Проведение термической обработки при 1100 °C приводит к исчезновению О-фазы, излом становится вязким, и предел прочности возрастает до 2070 МПа. Это объясняется повышением растворимости легирующих элементов и отсутствием двухфазной составляющей.

Исследование влияния времени термической обработки на структуру и последующее математическое планирование эксперимента показало, что определяющим фактором для данного эксперимента является температура, тогда как время, в исследуемом интервале длительности выдержки, не оказывает сильного влияния на результаты эксперимента, что доказывается уравнением регрессии.

Секция № 8.4. Полимерные и углеродные композиционные материалы, технологии производства изделий из неметаллических материалов

Инженерно-технологическая методика ультраструйного диагностирования сложнопрофильных изделий из композиционных материалов

Белов В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галиновский А.Л.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
belov_v_a@bk.ru

Отличительная черта формирования сложнопрофильных изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) методом намотки или выкладки состоит в технологически проблемном обеспечении идентичных характеристик качества готовой конструкции, особенно параметров состояния поверхностного слоя в местах существенного изменения его геометрической кривизны. Анализ показал, что результативной технологией получения исчерпывающей информации о параметрах состояния поверхностного слоя изделий из ПМК является ультраструйная гидрофизическая диагностика (УСД), развиваемая в профильных подразделениях МГТУ им. Н.Э. Баумана. Однако использование традиционной схемы реализации УСД сложнопрофильных изделий из ПМК крайне затруднено геометрически обусловленным изменением режимов диагностирования: вариациями угла взаимодействия ультраструи (УС) с исследуемой поверхностью и переменным расстоянием между этой поверхностью и срезом струеформирующего гидросопла. Эти объективные обстоятельства приводят к нестабильности режима ультраструйного воздействия (УСВ) и, как следствие, к наличию значительного «технологического» шума в результатах экспресс-диагностирования качества ПМК [1, 2].

Для устранения вышерассмотренного функционального недостатка УСД изделий из ПКМ была разработана инженерная методика диагностирования, отличительная черта которой состоит в использовании модели влияния отклонений в режимах УСВ на их информационную результативность. Предложенный алгоритм реализации методики и ее соответствующее программно-математическое обеспечение позволяют на первом этапе экспериментов количественно определить степень информационно-технологического влияния различных отклонений УСВ на их физико-технологическую результативность. На втором этапе полученные данные используются для аналитической коррекции экспериментального УС-диагностирования сложнопрофильной поверхности детали или элемента изделия из ПКМ [3, 4]. Комплексом прямых экспериментальных исследований была показана функционально-диагностическая эффективность разработанной экспресс-методики, что в целом существенно повышает результативность научно-прикладного применения аппарата УСД в обеспечении эксплуатационно-технологического качества различных сложнопрофильных изделий из ПКМ, полученных в первую очередь намоткой или выкладкой.

Список литературы

1. Барзов А.А., Галиновский А.А. Технологии ультраструйной обработки и диагностики материалов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009, - 246с.
2. Ультраструйная гидродинамика/М.И. Абашин, А.А. Барзов, А.Л. Галиновский, И.В. Мазаева, Н.Н. Сысоев, П.Н. Сысоев, М.: МГУ имени М.В. Ломоносова Физический факультет, 2015. – 308с.
3. Диагностика физико-технологической наследственности / Ю.В. Баданина, А.А. Барзов, А.Л. Галиновский, Н.Н. Сысоев, М.: МГУ имени М.В. Ломоносова Физический факультет, 2018, - 304с.
4. Гибридная физико-технологическая диагностика композитных и структурно-неоднородных материалов/Барзов А.А., Белов В.А., Сысоев Н.Н., Федянин А.А. Препринт Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, 2018, №6/2018, 44с.

Влияние обработки в низкотемпературной плазме на химическую структуру и поверхностные свойства пленок полилактида

Бирдибекова А.В., Мельников И.С.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва
aisjlu14@mail.ru

Одним из наиболее эффективных методов модифицирования поверхности полимерных материалов является воздействие низкотемпературной плазмы. Современные экологически чистые плазмохимические методы значительно выигрывают по сравнению с химической модификацией, в

процессе которой часто используют агрессивные реагенты. Важной особенностью процесса плазмохимической модификации, определяющей особый интерес к этому методу, является то, что изменениям подвергается только наноразмерный приповерхностный слой обрабатываемой поверхности материала. В зависимости от условий воздействия плазмы, в т.ч. от типа разряда, получаемая химическая структура и свойства поверхности могут сильно различаться. Особенно перспективна обработка в плазме для повышения гидрофильности полимерных материалов. Например, полилактид – сложный алифатический полиэфир – широко используют для упаковки и в биомедицине, но поверхность материалов на его основе является гидрофобной и требует дополнительной модификации.

Цель настоящей работы – исследование влияния обработки пленок полилактида в плазме низкочастотного (НЧ)-разряда и разряда постоянного тока на химическую структуру и свойства поверхности. Пленки из поли(L,L-лактида) формовали из 2% раствора в CH2Cl2 и обрабатывали в плазме. Обработку в низкочастотном разряде (40 кГц) проводили с помощью установки CUTE-1MPR (Корея), мощность разряда варьировали от 10 до 100 Вт, время обработки от 1 до 60 с. В разряде постоянного тока пленки обрабатывали при токе 50 мА в течение 60 с, помещая их на катоде или аноде. В качестве рабочего газа в обоих случаях использовали фильтрованный воздух.

Было установлено, что величина краевого угла смачивания по воде исходной пленки полилактида составляет 68 градусов и уменьшается после обработки в НЧ-разряде и разряде постоянного тока на аноде и катоде до 50, 12 и 11, соответственно. С помощью метода рентгенофотоэлектронной спектроскопии было показано, что воздействие НЧ-разряда приводит к незначительным изменениям химической структуры поверхности пленок полилактида. В результате обработки в разряде постоянного тока на поверхности полилактида происходит образование сшивок и двойных связей, а также изменение состава кислородсодержащих групп, обеспечивающих значительное увеличение поверхностной энергии. Наибольшие изменения в химическом составе поверхностного слоя наблюдаются при обработке в разряде постоянного тока на аноде. Появление небольших количеств (0,6–2,5 ат.%) азота в поверхностном слое наиболее выражено в случае обработки в разряде постоянного тока и связано с использованием воздуха в качестве рабочего газа.

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.

Разработка и исследование гибкого резистивного нагревателя на стеклотканевой основе

Бюллер А.В., Старостина Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Резниченко Г.М.
МАИ, Москва
byuller98@mail.ru

Резистивный нагреватель должен обеспечивать равномерный нагрев материалов по заданной площади и толщине, обладая при этом высокой гибкостью для встраивания в формуемый материал с изменяемой геометрией. Данная работа посвящена разработке конструкции, технологии изготовления и оценке температурного поля и кинетики нагрева такого нагревателя, состоящего из токопроводящего слоя резистора-меандра, находящегося между тонкими слоями электроизоляционного материала и соединенного по краям с двумя токоподводящими проводниками.

Расчет, проектирование топологической конфигурации и изготовление резистора-меандра с дискретной подгонкой омического сопротивления заданным требованиям проводили в следующей последовательности:

• В табличном процессоре Excel согласованием изменения общей длины и ширины резистивной полосы рассчитали номинальное омическое сопротивление и мощность нихромового полоскового резистора при его толщине 12 мкм, напряжении 28 В и максимальной температуре нагрева 200оС, получив следующие результаты: длина и ширина полосок резистора 860 мм и 6,1 мм соответственно, сопротивление 13 Ом, ток 2 А, мощность 60 Вт.

• В целях рационального использования площади нагрева и с учетом технологических ограничений в программе параметрического геометрического моделирования Компас-3D разработали чертеж топологической конфигурации полоскового резистора в форме меандра, состоящего из трех П-образных звеньев и вписанного в прямоугольник с размерами сторон 70х140 мм.

• Спроектированный таким образом топологический рисунок резистора-меандра перенесли с помощью лазерного принтера на тонкую (толщиной 12 мкм) нихромовую фольгу из сплава Х20Н80 и

вручную вырезали меандр скальпелем. К контактным площадкам на противоположных концах резистора-меандра припаяли с помощью ПОС-61и флюса два электропровода диаметром 1 мм.

Для компоновки резистора-меандра и формования резистивного нихромового нагревателя в качестве тканевой основы использовали две заготовки электроизоляционной стеклоткани марки Э-62 толщиной 30 мкм и размером 70х140 мм, отожженные при температуре 160°С в течение 30 мин. Каждую заготовку пропитывали эпоксидным связующим, исходя из соотношения компонентов связующее/ткань – 60/40 вес. %. Между заготовками укладывали резистор-меандр, собранный пакет сушили в электрошкафу в течение 10 минут при температуре 130°С и затем окончательно формовали прямым прессованием в прессе при давлении 0,15 Мпа и температуре 170 °С в течение 60 мин, контролируя методом диэлектрического анализа температуру и время гелеобразования и отверждения эпоксидного связующего.

Исследование температурного поля и кинетики нагрева резистивного нихромового нагревателя проводили с помощью источника постоянного тока, пяти мультиметров и термопар, расположенных по краям и в центре нагревателя. Нагреватель подключали к источнику тока, подавали напряжение и записывали на видеокамеру изменения значений равновесной температуры по показаниям мультиметров. В результате обработки полученных экспериментальных данных выявлено, что температурное поле распределяется на заданной площади нагревателя в пределах Tmax = 185 °С при времени достижения Tmax 7,5 мин.

Разработанный и исследованный гибкий резистивный нагреватель на стеклотканевой основе предназначен для замены аналогичного импортного нагревателя на полиимидной основе при разработке шарнирных актюаторов на основе слоистых углекомпозитов, обладающих эффектом памяти формы, для разворачивания трансформируемых космических конструкций. При этом формирование встраиваемого нагревателя может сочетаться с формированием слоев углекомпозита при изготовлении актюаторов.

Авторы выражают благодарность аспиранту кафедры ТКМКМ Слюсареву А.А. за помощь в проведении расчетов и исследований.

Литература

Бабаевский П.Г., Резниченко Г.М., Слюсарев А.А. Влияние пленочного резистивного нагревателя на термостимулируемый эффект памяти формы тонких пластин из полимерных композиционных материалов // Материалы XXIV Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» имени А. Г. Горшкова. Вятичи, 19-23 марта 2018 г., Т.1, с. 8.

Технологии получения световозвращающих покрытий на элементах статических лазерных трекеров для эксплуатации в условиях космоса

Валеева А.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галимов Э.Р.
КНИТУ-КАИ, Казань
alinka.valeeva.97@mail.ru

Целью данной работы является разработка лабораторной технологии получения световозвращающих покрытий (СВП) с заданными оптическими характеристиками для эксплуатации в условиях космоса.

Для управления сближением и стыковкой перспективных космических летательных аппаратов (КЛА) используются оптические статические лазерные локационные системы (ЛЛС) с применением призматических световозвращателей, обладающие повышенной точностью.

Однако возможности их применения для траекторных измерений полета КЛА ограничены двумя факторами. Во-первых, установка на КЛА световозвращателей с относительно большими размерами приводит к изменению их аэродинамических характеристик, во-вторых, угловая апертура (УА) входного пучка, характеризуемая углом падения излучения на входную грань призмы, относительно невелика и составляет ± 15°, при этом за пределами данных углов интенсивность отраженного излучения снижается в два раза. Для работы в более широких углах необходимо разработать конструкцию из нескольких призм, обеспечивающую перекрытие всего требуемого телесного угла падения зондирующего излучения на трассе полета, что приводит к увеличению массы подобного световозвращающего элемента.

Одновременно новизной и решением этих проблем является использование в составе лазерных локационных систем многослойных пленочных световозвращающих элементов, в которых стеклянные микросферы образуют катодиоптрический эффект за счет дополнительного

промежуточного слоя из материала с показателем преломления, равным показателю преломления стеклянной микросферы, позволяющих уменьшить массы до 1–1,2 грамма и обеспечить требуемые оптические показатели световозвращающих покрытий. При этом фокусирующая поверхность отодвигается на расчетное расстояние, уменьшая тем самым расходимость лучей, что позволяет производить оптическую локацию космических объектов на расстояниях до десятков тысяч километров в более широком диапазоне углов.

Строение СВП в общем виде можно представить как многослойную планарную структуру, состоящую из шести слоев, с расположенными в ней микросферами. Основными же элементами СВП на линзовых светоотражающих элементах, определяющими их оптические свойства, являются микросферические шарики [1,2]. Лучи света, проходя через шарик, испытывают отражение на его внешней и внутренней поверхности и выходят, в том числе, в направлениях, обратных направлению распространения падающего пучка. При визуальном восприятии света, отраженного покрытием, светоотражатели должны исследоваться в видимом диапазоне длин волн $0{,}38 \leq \lambda \leq 0{,}78$ мкм [3,5]. Новым типом световозвращающих покрытий являются многослойные покрытия, на поверхности которых определенным образом распределены стеклянные шарики диаметром от 20 до 200 мкм.

Для определения оптических показателей были выполнены расчетные работы, проведен анализ структуры и разработана оптико-физическая модель покрытий. Алгоритм расчета состоял в определении интенсивностей и направления распространения в передней полусфере падающих на сферу параллельных лучей, испытывающих многократное отражение внутри сферы. Расчет производился по формулам Френеля. В результате расчета определялась индикатриса рассеяния (ИР) шара в виде зависимости интенсивности рассеянного луча от угла относительного направления падающих лучей. Алгоритм был реализован в математическом пакете MathCAD.

В ходе лабораторных экспериментов было установлено, что полуширина ИР увеличивается, если разность показателей преломления шарика и окружающей среды уменьшается, а выравнивание вершины ИР связано с тем, что в распределение интенсивности отраженного пучка с краю индикатрисы вносят вклад выходящие пучки, которые отклоняются к оси падающего пучка. Таким образом, при проектировании покрытия необходимо находить компромисс между требуемым рабочим углом отражения покрытия и величиной коэффициента отражения.

Выполнение данной работы предусматривает теоретическое обоснование и экспериментальные исследования характера изменения индикатрисы отражения образцов, полученных двумя технологическими способами, с целью создания структуры с максимальным световозвращающим эффектом падающего потока света в широком угловом диапазоне.

Список литературы

1. Троицкий А.И., Хомаза В.Ф. О возможности применения световозвращающих пленок для оптической локации объектов на полигонных испытаниях. Оптико-электронные системы визуализации изображений / Сборник статей под ред. В.В. Тарасова и Н.Г. Якушенкова. Вып. 2. Издательство «Алтей и К», 2007, – С. 194-206.

2. Солимено С., Крозиньяни Б., Ди Порто П. Дифракция и волноводное распространение излучения. Пер. с англ. – М.: 1989, 664 с.

3. Беляков Ю.М., Галимов Э.Р., Пряхин Ю.А., Тукбаев Э.Е. Оптическая модель световозвращателей с микросферическими отражателями / Известия ВУЗов. Проблемы энергетики, №5-6, 2007, – С. 129-133.

Мониторинг процесса отверждения полимерных композитных материалов

Гайфутдинов А.М., Хамидуллин О.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Андрианова К.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
amir_gaifutdinov@mail.ru

Возрастающая конкуренция на рынке ПКМ требует от производителей сочетания как можно более высокого качества изделия при минимальной цене, что во многом определяется оптимальностью режимов отверждения. Для этого необходим контроль технологического режима отверждения в реальном времени. В первую очередь необходимо выбрать параметр, который, с одной стороны, характеризовал бы процессы превращения, происходящие в материале при отверждении, и коррелировал со степенью отверждения, а с другой, – достаточно легко измерялся в ходе технологического процесса [1]. Метод диэлектрической спектроскопии в настоящее время является единственным, позволяющим вести мониторинг процесса отверждения непосредственно в изделии и

получать данные в реальном времени. На сегодняшний день на основе данного метода разработаны методики, позволяющие определить кажущуюся степень отверждения [2].

Целью данной работы было исследование возможности контроля процесса отверждения полимерного связующего в ходе изготовления изделия из композиционных материалов. Для контроля процесса отверждения использовали систему DiAMonPlus (INASCO) с прилагаемыми к нему многократно используемыми диэлектрическими датчиками. На основе этого прибора исследовалась и отрабатывалась система контроля диэлектрических параметров (диэлектрической проницаемости и электропроводности) для управления режимами отверждения ПКМ на основе эпоксидного связующего и стекловолокнистого наполнителя.

Диэлектрические датчики получают соответствующие импульсы переменного тока от системы мониторинга, в то время как обратная связь записывается и обрабатывается системой, предоставляя в режиме реального времени информацию о состоянии материала (вязкость, направление распространения фронта и скорости связующего, степень отверждения) [3].

Система и датчики были успешно использованы для контроля процесса отверждения простейшей формы детали, изготавливаемой методом RTM. Показана возможность применения данной методики для изготовления сложных деталей с высокими требованиями по качеству.

Список литературы

1. И.С. Касатонов. Метод контроля процесса отверждения полимерных композитов по диэлектрическим характеристикам // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. № 1(37), 2012. – С.353–357.

2. Проценко А.Е. Повышение прочностных свойств стеклопластика путем регулирования процесса отверждения / Диссерт.на соиск.уч.ст.к.т.н. – Комсомольск-на Амуре, 2016. – 134с.

3. N. Pantelelis, G. Maistros. Process monitoring for liquid composite moulding using durable sensors / in Proceedings of the 27th Risoe International Symposium on Materials Science, (H.Lilholt et al, eds). – Roskilde, Danemark, 2006. – pp. 279–285.

Особенности создания металл-полимер-гибридных соединений

Гараев Р.Р., Анисимова В.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Курынцев С.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
treeteey@yandex.ru

Лазерная сварка применяется для соединения разнородных материалов [1]. Необходимость использования легких конструкций в автомобильной и авиационной индустрии постоянно растет. Использование многосоставных материалов может уменьшить вес изделия благодаря увеличению функциональной плотности, усталостных характеристик, жесткости или прочности. Эти цели могут быть достигнуты использованием гибридных соединений металла с пластиком. Пластмассы могут быть использованы из-за легкого веса, высокой коррозионной стойкости и отличной деформируемости, им можно придать разную форму и увеличить жесткость с помощью армирования. Металлы обычно используются для получения высокой прочности или определенных физических свойств, таких как высокая тепловая или электрическая проводимость. И все же способ соединения играет решающую роль в применении таких материалов. Использование дополнительных материалов, таких как клеи, может повлиять на старение материала и время отверждения. Соединительные элементы, такие как заклепки и винты, являются концентраторами напряжений. Прямое соединение позволяет избежать этих недостатков и создать прочное взаимодействие между металлом и термопластиком. При прямом соединении термопластику нужно сообщить достаточную энергию, чтобы расплавить его. В расплавленном состоянии термопластик смачивает металл и проникает в его поверхность [2].

Группа немецких ученых разработала новый способ увеличения прочности склейки алюминия и пластика в гибридных материалах. Для создания прочных контактов ученые предложили обрабатывать поверхность металла инфракрасным лазером, после чего с помощью технологии литья пластмасс под давлением присоединять к нему полимерный материал. Новый метод позволяет получать прочные контакты, сохраняя при этом механические свойства полимерного материала [3].

Авторами [4] Робертом Шмиттом, Гильерме Маллманном и их коллегами был предложен метод лазерной обработки, при которой луч лазера фокусируется на поверхности металла и тепловая энергия проходит через металл к зоне соединения. Этот способ обработки позволяет применять в данной операции армированные волокном пластики и непрозрачные полимеры и уменьшает термическую нагрузку на полимерный компонент. Перед соединением компонентов в металле

необходимо лазером создать бороздки, в которые будет проникать расплавленный полимер. Так повышается сдвиговая прочность соединения.

Использование лазера хорошо тем, что можно менять форму и размеры луча в зависимости от требований опыта, можно управлять характером движения лазерного луча, его траекторией, интенсивностью.

Одним из факторов, влияющих на качество соединения, является скорость перемещения луча лазера. При малых скоростях происходит термическая деградация полимера, а при высоких скоростях не происходит достаточного оплавления полимера и, соответственно, смачивания поверхности металла [4].

При термическом разложении полимера его продукты в виде газа и/или паров могут привести к появлению пузырей, образующихся в зоне соединения и уменьшающих прочность соединения. Размер пузырьков значительно уменьшается от крупных до небольших за счет увеличения скорости перемещения лазера. При меньшей тепловой нагрузке на полимер уменьшается скорость разложения и, соответственно, размеры и количество пузырьков [2].

При низкой скорости соединения пузырьки расположены глубже в полимере относительно пограничного слоя между полимером и металлом из-за более высокой текучести пластика под действием приложенного тепла. При более высоких скоростях соединения глубина расположения уменьшается за счет ограниченной текучести пластика [2].

Еще одним дефектом может являться область соединения, в которой не произошло смачивание металла полимером. Это случается из-за того, что к полимеру было подведено недостаточное количество теплоты, чтобы его расплавить. В таком месте будет находится дефект соединения, и прочность этой области соединения будет мала.

Список литературы

1. Microstructure, mechanical and electrical properties of laser-welded overlap joint of cp ti and aa2024 [Электронный ресурс] // eLIBRARY.RU научн. электрон. библ. https://elibrary.ru/item.asp?id=35723167 (Дата обращения: 13.02.2019).

2. Robert Schmitt., Guilherme Mallmann., Philippe Ackermann., Jean Pierre Bergmann., Martin Stambke., Klaus Schricker. 2015. 3D weld seam characterization based on optical coherence tomography for laser-based thermal joining of thermoplastics to metals 2015. Lasers in Manufacturing Conference 2015

3. Лазер помог прочнее склеить пластик и алюминий [Электронный ресурс] // N+1 интернет-изд. https://nplus1.ru/news/2018/08/30/aluminum-plastic-hybrids Gebauer et al./ Journal of Laser Applications, 2018 (Дата обращения: 15.12.2018).

4. Klaus Schricker, Martin Stambke, Jean Pierre Bergmann; 2015 Adjustment and Impact of the Thermoplastic Microstructure of the Melting Layer in Laser-based Joining of Polymers to Metals. Lasers in Manufacturing Conference 2015

Углеродсодержащие дисперсные структуры и их влияние на свойства композиционных материалов на основе эпоксидных смол

Гафиятуллина С.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Магсумова А.Ф.
КНИТУ-КАИ, Казань
ms.syumbelya@mail.ru

Уникальные свойства полимерных композиционных материалов (ПКМ), получаемые сочетанием самых различных исходных компонентов, а именно матрицы и наполнителя, являются причиной неугасающего интереса многих исследователей в области разработки новых конструкционных ПКМ с заданными свойствами. Эти материалы находят свое применение в самых различных областях промышленности, включая и авиастроение, где одним из важных показателей, используемых ПКМ, является их устойчивость к продолжительному воздействию различных жидкостей, особенно воды и водных растворов. Вышеуказанный параметр, характеризующийся степенью водопоглощения, позволяет определять способность материала сохранять свою прочность и, следовательно, долговечность будущих конструкционных изделий [1–2]. В настоящее время существует множество работ, посвященных вопросам разработки ПКМ, где в качестве наполнителей выступают различные углеродсодержащие дисперсные структуры, введением которых получают материалы с улучшенными прочностными и эксплуатационными свойствами. Однако из-за недостаточной дисперсии, низкого уровня межфазного взаимодействия и трудности обеспечения равномерного распределения дисперсных частиц в смоле при повышенных концентрациях данные вопросы остаются актуальными до сих пор.

Целью данной работы является изучение влияния углеродсодержащих дисперсных структур на водопоглощение ПКМ на основе эпоксидной смолы.

Для проведения исследований в качестве основы наполненных систем выбраны эпоксидная смола марки ЭД-22 и аминный отвердитель полиэтиленполиамин (ПЭПА). В качестве углеродсодержащих дисперсных структур выступали микродисперсный шунгит, кристаллический графит марки ГЛ-1 и технический углерод марок П234, П514, К354, Т900, отличающихся, главным образом, их способом получения, а именно печным (П), канальным (К) и термическим (Т), что отражено на их марках соответствующими буквенными обозначениями. Экспериментальные образцы, концентрация вводимых углеродных структур которых достигалась до 5%масс, отливались с помощью специальной силиконовой формы, после подвергались обработке на шлифовально-полировальном станке LaboPol-35 («Struers») и в результате принимали форму диска диаметром 50±1 мм и толщиной 3,0±0,2 мм.

Водопоглощение наполненных систем определяли по массе при выдержке в холодной воде с температурой 23°С в течение 24 ч по ГОСТ 4650-80. В ходе исследования выяснилось, что наименьшее значение водопоглощения было характерно для образцов, в которых присутствовал графит марки ГЛ-1. Дополнительные исследования контакта полимерных образцов с дистиллированной водой путем измерения краевых углов смачивания с помощью прибора EasyDrop standart («KRÜSS») показали, что графитонаполненные образцы обладают гидрофобными поверхностями: краевой угол смачивания достигал 97° при 3%масс содержании наполнителя в полимере.

Список литературы

1. Придатко А.В., Миронюк А.В., Свидерский В.А. Анализ подходов к математическому описанию характеристик материалов с повышенной гидрофобностью // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2015. 5/5 (77). С. 30-41.

2. Кондрашов С.В., Шашкеев К.А., Петрова Г.Н., Мекалина И.В. Полимерные композиционные материалы конструкционного назначения с функциональными свойствами // Авиационные материалы и технологии. 2017. №S. С. 405-419.

Фазовые состояния и превращения эпоксидного связующего, модифицируемого полиэфирсульфоном

Давыдов Д.Н.
Научный руководитель — к.х.н. Шапагин А.В.
МАИ, Москва
davydov_denis95@mail.ru

Для улучшения физико-механических и теплофизических свойств термореактивных связующих композиционных материалов используют их модификацию небольшим количеством (обычно до 20%) жесткоцепных термопластичных полимеров, растворимых в исходных связующих. При прохождении реакций отверждения связующего, сопровождающихся возрастанием молекулярной массы, ветвлением цепей и формированием полимерной сетки, термопластичный полимер теряет совместимость с другими компонентами связующего. Это приводит к фазовому разделению системы с формированием матричной дисперсии частиц, обогащенных термопластичным полимером и распределенных в непрерывной фазе отверждаемого связующего.

При формировании фазовой морфологии таких систем, в решающей степени определяющей их свойства в отвержденном состоянии, важнейшее значение имеет изменение совместимости (диаграммы состояния) и коэффициентов взаимодиффузии основных компонентов на различных стадиях химических реакций отверждения. В данной работе проведены исследования этих факторов на примере модельной композиции на основе эпоксидного олигомера ЭД-20 (Mw=0,35*103), отверждающего агента – диаминодифенилсульфона (ДАДФС) и термопластичного модификатора – полиэфирсульфона (Mw =34*103).

Диаграммы фазовых состояний и коэффициенты взаимодиффузии исходных компонентов и на разных стадиях отверждения в широком температурно-концентрационном диапазоне определяли методом оптического клина с использованием интерферометра ОДА-2. Построены диаграммы фазовых состояний с нижней критической температурой совместимости (НКТС) – ЭО и прослежено ее изменение в процессе отверждения ЭАК.

Образцами для исследования фазовой морфологии служили сколы отвержденной при различных режимах системы пленки ПЭСФ, помещенной в эпоксиаминную композицию (ЭАК), отверждение которой проводили в три стадии. На первых двух стадиях (до гелеобразования ЭАК) на границе раздела ПЭСФ-ЭАК формировалась, соответственно, диффузионная зона и гетерогенная структура,

которую фиксировали окончательным отверждением на третьей стадии. Морфологию на межфазной границе ПЭСФ-ЭАК и элементный состав фаз определяли с помощью сканирующего электронного микроскопа Philips SEM-500, оборудованного микроспектрометром Kevex-Ray. Для выявления фазовой структуры сколы подвергали травлению в плазме низкочастотного кислородного разряда в вакуумном универсальном посту Edwards.

Получены микрофотографии отвержденных систем ЭАК – ПЭСФ при различных режимах отверждения. Исследована фазовая организация в области гетерогенной структуры. Выявлена корреляция между температурно-временными режимами, шириной диффузионной зоны и размерами гетерогенных структур. Построено распределение фаз по размерам. Показано, что формирование межфазной диффузионной зоны и гетерогенной фазовой структуры определяет бездефектность межфазной границы эпоксидный полимер–ПЭСФ, что должно способствовать получению повышенных физико-механических свойств отвержденного модифицированного связующего и композиционных материалов на его основе.

Влияние температурно-временных режимов старения на структуру и физико-механические свойства полисульфонов

Данаев В.С.
Научный руководитель — к.т.н. Балабанова В.А.
МАИ, Москва
3064579@gmail.com

Ароматические полисульфоны являются теплостойкими аморфными термопластами конструкционного назначения с высокими эксплуатационными характеристиками, используются и как связующее для композиционных материалов. Ароматические полисульфоны отличаются химической стабильностью, гидролитической устойчивостью, высокими температурами стеклования и термостабильности [1].

Одной из важнейших задач материаловедения является определение изменения основных характеристик полимеров в процессе эксплуатации и хранения, а также установление продолжительности хранения и эксплуатации в определенных условиях.

Цель работы – исследование влияния температур и времени при ускоренных испытаниях на климатическое старение на структуру и физико-механические, диэлектрические характеристики полисульфонов (ПСФ), а также сравнение полученных результатов для полисульфонов отечественного производства и зарубежных аналогов.

Объектами исследования были выбраны полисульфон отечественного производства марки ПСФ-190 (АО «Институт пластмасс») и зарубежный аналог – Udel P1700 («Solvay» США).

Исследования проводили на образцах в виде лопатки типа 1А (ГОСТ 11262) [2] и в виде дисков (ГОСТ 6433.2) [3].

Фактором климатического старения в условиях ускоренных испытаний выбрана температура [4]. Термоокислительное старение образцов полисульфонов проводили в электрошкафах сушильных при температурах 140, 160, 170 °С в течение 6000 час. В процессе старения проводили съемы образцов после 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, час.

В работе определены такие показатели полисульфонов, как модуль упругости при растяжении, предел текучести при растяжении, удельное объемное сопротивление, построены кривые зависимости показателей от температур и времени старения.

С целью определения модуля упругости, предела текучести исходные образцы ПСФ-190 и Udel P1700 и после старения испытывали по ГОСТ 11262 в режиме растяжения с постоянной скоростью раздвижения зажимов на универсальной испытательной машине Zwick/Roell Z020. Удельное объемное сопротивление полисульфонов до и после старения измеряли по ГОСТ 6433.2.

Исследование структуры полисульфонов ПСФ-190 и Udel P1700 исходных и после старения при температуре 170 °С в течение времени 2000 и 5000 часов проводилось на ИК-Фурье спектрометре (FT-TR) фирмы Perkin-Elmer, модели Spectrum One на приставке VATR, кристалл Di/ZnSe с однократным отражением. Спектры снимали с поверхностного слоя и с внутреннего слоя образцов.

В результате проведенных исследований установлено:

• Модуль упругости при растяжении ПСФ-190 и Udel P1700 не зависит от температур и времени старения. Значения модуля упругости для полисульфонов ПСФ-190 и Udel P1700 исходных практически одинаковые;

• Показатель удельного объемного сопротивления ПСФ-190 и Udel P1700 не изменяется под воздействием температур и времени старения, значения показателя ПСФ-190 и Udel P1700 близки;

• Основные изменения показателя предела текучести при растяжении ПСФ-190 и Udel P1700 (рост значений на ~ 20–25% для ПСФ-190 и на ~ 20–30% для Udel P1700) происходят за время старения 250 час при выбранных температурах, причем чем выше температура, тем больше изменение показателя. Подобная кинетика изменения показателя, предположительно, связана с кинетикой низкотемпературной деструкции полисульфонов, с разупорядочиванием структуры [5]. Дальнейшее увеличение времени старения вплоть до 6000 час при всех температурах старения приводит к незначительному (~ 5%) монотонному росту показателя полисульфонов ПСФ-190 и Udel P1700;

• ИК-спектры исходных образцов полисульфонов ПСФ-190 и Udel P1700 идентичны. Различия наблюдаются в ИК-спектрах образцов ПСФ-190 и Udel P1700 после термообработки (старения) при температуре старения 170 °С. Для ПСФ-190 в ИК-спектрах, снятых с поверхности образца, появляются полосы в области валентных колебаний карбонильных групп 1780 – 1670 см-1. ИК-спектры, снятые с внутреннего слоя, идентичны ИК-спектрам исходного образца. Очевидно, идут процессы окисления с поверхностного слоя. В ИК-спектрах Udel P1700 в области валентных колебаний -CH2- и CH3- 3000-2800 см-1 появляются дополнительные полосы. Можно предположить, что появление дополнительных полос связано с протеканием деструкции CH3- групп как в поверхностном слое, так и в объеме.

Список литературы

1. Болотина Л.М., Чеботарев В.П. Развитие исследований в области химии и технологии ароматических полисульфонов // Пластические массы. –2003. –№11 С. 7–9.

2. ГОСТ 11262-2017. Пластмассы. Метод испытания на растяжение.

3. ГОСТ 6433.2-71. Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрического сопротивления при постоянном напряжении.

4. ГОСТ 9.707-81. Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение.

5. Калугина Е.В. Термические превращения и стабилизация некоторых термостойких гетероцепных полимеров: Дис. … канд. хим. наук. – М., 1992.

Применение термопластичных связующих в полимерных композиционных материалах

Димент Д.Г.
Научный руководитель — Барановски С.В.
МГТУ им. Н.Э. Бауманна, Москва
darinadim1607@gmail.com

Современный мир располагает широким спектром материалов, начиная с ультратонких пленок и заканчивая сверхпрочными пластиками. Каждый год наблюдается увеличение объемов использования армированных пластиков на основе не только реактопластов, но и термопластов. Интерес к термопластическим матрицам стимулирован уникальным сочетанием механических, теплофизических и химических свойств. Актуальность анализа преимуществ внедрения термопластичных матриц растет пропорционально скорости развития науки и техники.

Композиционные материалы на основе термопластичной матрицы (ТКМ) являются альтернативой металлам, ведь плотность ТКМ в три раза ниже, чем у алюминия, а по показателям прочности данный материал не хуже металла. Себестоимость конструкции такого вида пластика на 20% меньше себестоимости аналогичной конструкции из металла.

Существенными преимуществами применения термопластичных матриц в композиционных материалах также являются способность к релаксации напряжений и отсутствие летучих выделений растворителей, взрывобезопасность и нетоксичность [1].

В настоящее время наблюдается высокий спрос на суперконструкционные термопласты. Суперконструкционными материалами являются: полиэфиримид (ПЭИ), полисульфон (ПСФ), полиэфирсульфон (ПЭС), полиэфирэфиркетон (ПЭЭК), полифенилсульфид (ПФС), жидкокристаллические полимеры (ЖКП).

Чтобы определить основные свойства термопласта, необходимо провести сравнительный анализ химической структуры высокомолекулярного соединения. Технологические и физико-механические свойства полимеров, которые являются матрицами в полимерных композиционных материалах, в значительной степени определяются их молекулярной массой [1,4]. Также известно, что механические свойства термопластичных связующих зависят как от молекулярной массы, так и от способа переработки. С ростом молекулярной массы наблюдается увеличение теплостойкости, прочности, деформации и вязкости расплава.

Следует отметить, что термопластические матрицы не уступают термореактивным по показателям теплостойкости и механическим свойствам. Отличительной чертой является стойкость к удару и влагопоглощение, которые превосходят аналогичные показатели реактопластов в 3–10 раз. Обнаруженные преимущества позволяют использовать суперконструкционные термопласты как матрицы в полимерных композиционных материалах, которые применяются при повышенных условиях эксплуатации [2].

Несмотря на все преимущества внедрения термопластических матриц в состав композиционных полимерных материалов, существует причина, которая значительно тормозит процесс окончательного внедрения армированных термопластов. Высокая вязкость (10^{12}–10^{13} Пз) термопластичных связующих является основным препятствием на пути к полному заполнению межволоконного пространства армирующего материала. Именно это и есть причина, которая вызывает значительные показатели остаточной пористости. В результате данных недостатков появляется нарушение равномерности объемного распределения напряжений при передаче внешней нагрузки на несущие армирующие волокна. В свою очередь поры становятся фокусирующими точками напряжений и очагами зарождения процесса разрушения армированного термопласта. Данный факт негативно отражается на показателях основных механических свойств композиционных материалов на основе термопластичных матриц [3,4].

Проанализировав вышеизложенные данные, можно утверждать, что наиболее перспективными связующими для ПКМ являются суперконструкционные термопласты, обладающие повышенными теплофизическими, механическими и химическими характеристиками.

Список литературы

1. Бейдер Э. Я. Термопластичные связующие для полимерных композиционных материалов / Э. Я. Бейдер, Г. Н. Петрова. – Москва: ВИАМ, 2015. – 10 с.
2. Головкин Г. С. Перспективы повышения технологической эффективности совмещения компонентов армированных термопластов / Г. С. Головкин. – Москва: ГОУ ВПО "МАТИ" – РГТУ им. К. Э. Циолковского, 2010. – 5 с.
3. Совмещение волокнистого наполнителя с термопластичными полимерами / А. В.Спиглазов, Е. И. Кордикова, О. И. Карпович, А. Н. Калинка. – Минск: БГТУ, 2013. – 6 с.
4. Душин М. И. Параметры, влияющие на образование пористости в изделиях из полимерных композиционных материалов, изготавливаемых безавтоклавными методами [Электроннвый ресурс] / М. И. Душин, А. В. Хрульков, Р. Ю. Караваев // ВИАМ. – 2015. – Режим доступа к ресурсу: http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=780.

Исследование растрескивания термоформованных изделий из монолитного листового поликарбоната

Дуванов Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Марков А.В.
РТУ МИРЭА, Москва
duvanovdm@gmail.com

Термоформованный монолитный листовой поликарбонат (ПК) в настоящее время широко используется в остеклении авиа-, авто- и водного транспорта, строительстве, рекламе и т.п. Однако в процессе эксплуатации на таких ПК-изделиях могут появляться участки с пониженной прозрачностью. Со временем на их месте формируются так называемые трещины «серебра», рост которых постепенно приводит к потере прочности и разрушению изделия. Причиной резкого ускорения этого процесса являются внешние и остаточные напряжения [1]. В данной работе проводилось измерение времени начала растрескивания в напряженном состоянии при различных растягивающих напряжениях при Т=298К. Полученные результаты были обработаны с использование уравнения Журкова [1].

Расчетное значение энергии активации процесса растрескивания Uc составило 129,5 кДж/моль, что несколько ниже энергии активации термоокислительной деструкции ПК, равной 140-155 кДж/моль [2]. Величина «активационного объема» ? составила 9,0·10-4 м3/моль. Экстраполяция полученной полулогарифмической зависимости в область больших времен позволила определить напряжение, при котором время начала растрескивания при нормальных условиях превысит 10 лет. Величина [?] составила 10 МПа. При смачивании нагруженных образцов ПК тестовой жидкостью (н-пропанол с 25% мас. толуола), рекомендованной [3] для проведения экспресс-оценки величин остаточных напряжений в термоформованных ПК изделиях, растрескивание ускорялось. Расчетное значение энергии активации процесса ускоренного растрескивания снизилось до 99,5 кДж/моль, а

величина «активационного объема» ? возросла до 14,5·10-4 м3/моль [4]. Далее было установлено, что именно при напряжении 10 МПа время начала растрескивания образца с тестовой жидкостью составило около 3 мин. Именно это время рекомендовано производителем листового монолитного ПК в качестве верхнего предела при оценке допустимого уровня остаточных и внешних напряжений в термоформованных изделиях [3]. Можно сделать вывод о правильности похода к количественной оценке уровня остаточных напряжений в изделиях из монолитного листового поликарбоната с использованием связи величин напряжений с величинами времени ускоренного растрескивания в контакте с тестовой жидкостью.

Список литературы

1. Гудимов М.М. Трещины серебра на органическом стекле. М.: Изд-во ЦИПКК АП. 1997. 260 с.

2. Марков А.В., Семеняк П.А. Растрескивание листового монолитного поликарбоната в напряженном состоянии // Тонкие химические технологии. 2018. Т. 13. № 3. С. 72-78.

3. Руководство по практической работе компании EVONIK-ROHM GmbH. 2011. С. 7. http://orgsteklo-shop.ru/articles

4. А.В. Марков, Д.С. Дуванов. Исследование напряженного состояния и оценка остаточных напряжений в термодеформированном листовом поликарбонате // Пластические массы. 2019. № 3-4 (в печати)

Новая технология получения оксида алюминия как защитного материала для деталей космических летательных аппаратов

Ермакова Н.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фетисов А.Г.
МАИ, Москва
ermakova2030@ya.ru

За последние годы значительно увеличились риски повреждения обшивок и других внешних элементов летательных аппаратов «космическим мусором». Для решения данной проблемы были предприняты меры по защите конструктивных элементов, их покрывают специальными сверхпрочными материалами, по большей части из неорганических полимеров. Наиболее эффективным среди прочих является синтетический лейкосапфир.

Лейкосапфир (монокристаллический оксид алюминия Al2O3), благодаря своим уникальным высоким показателям прочности и устойчивости к механическим, радиационным и термическим нагрузкам, зарекомендовал себя как наиболее подходящий защитный материал космического кластера. Его используют в микроэлектронике, в качестве оптического материала для телескопов, фотообъективов, иллюминаторов, светодиодов и прочее. Широкий спектр применения обусловлен тем, что затраты на его покупку или получение оправданы высоким уровнем качества и выполнения требований, поставленных задач.

Для российской космической отрасли имеет место эргономичное использование всего потенциала промышленных мощностей страны. Подкрепляя теорию отраслевыми планами импортозамещения Минпромторга России, российская промышленность выдвигает свое предложение. Один из отечественных поставщиков-лидеров, ставропольский «Монокристалл», сегодня является самым крупным поставщиком готового продукта. Совместное сотрудничество позволит интегрировать силы и укрепить позиции при внедрении государственных программ космической отрасли. Цена импортного сырья колеблется около 100 долларов за 100 граммов, это лишь первый пункт в цикле производства материала. Таким образом, в качестве альтернативы импортному сырью на базе научного центра плазмотехнических технологий ОАО «Плазматех» была разработана и запатована новая технология получения оксида алюминия. Она основана на разрушении (эрозии) металла в искровом электрическом разряде с последующим взаимодействием продуктов эрозии с водой. Чистота получения равна 99,999%, несмотря на первоначальную заготовку металла из проволоки и катанки, себестоимость которых на порядок ниже зарубежных аналогов.

В схему получения оксида алюминия входит генератор импульсного напряжения, реактор электродиспергирования; после прохождения стадий очищения крупных частиц, старения и фильтрования мы получаем высокочистое сырье для выращивания кристаллов синтетического лейкосапфира. Преимуществами такого метода являются: исключение наличия вредных выбросов, отсутствие стадии водоподготовки (вода находится в замкнутом цикле), обеспечение возможности прямого регулирования чистоты выходного продукта.

Некоторые исследования показывают высокую степень влияния износостойкости внешних частей обшивки на баллистические характеристики поверхностного слоя космических аппаратов. Таким

образом, актуальным является вопрос дополнительных исследований методик синтеза лейкосапфиров, с целью выявления всех незначительных недостатков и максимальных преимуществ для выбора наиболее безопасного, экономичного и эффективного материла. Такие перспективные разработки необходимо вести в кооперации со всеми элементами цикла производства, только в этом случае будет достигнут максимальный результат и единое научно-техническое будущее!

Изучение коэффициента линейного термического расширения композиционных материалов на основе эпоксидного связующего, модифицированного углеродсодержащими дисперсными наполнителями

Заббарова Э.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Магсумова А.Ф.
КНИТУ-КАИ, Казань
elvirazabbarova@list.ru

Спрос на полимерные композиционные материалы (ПКМ) постоянно растет, вместе с этим возрастают и требования, предъявляемые к их качеству. Наиболее важной остается проблема стабильности линейных размеров ПКМ в широком температурном интервале эксплуатации. Даже малые изменения размеров изделий могут привести к серьезным проблемам работоспособности всей системы, в которой ПКМ применяются. Значительное снижение коэффициента линейного термического расширения (КЛТР) позволит использовать изделия на их основе в широких температурных интервалах эксплуатации. Введение наполнителей позволяет изготовить изделие с термостабильной структурой [1,2].

Цель данной работы – определить коэффициент линейного термического расширения эпоксидных полимеров, модифицированных углеродсодержащими дисперсными наполнителями.

Для изготовления полимерных образцов были выбраны: эпоксидная смола марки ЭД-22, отвердитель полиэтиленполиамин (ПЭПА). В качестве дисперсных наполнителей были использованы микродисперсный шунгит и частицы технического углерода марки Т900, П234, К354, П514.

Эксперимент проводили согласно ГОСТ-32618.2-2014. Для исследования был использован термомеханический анализатор TMA 402-F3 Hyperion, который предназначен для измерения коэффициентов термического расширения материалов оснастки и композитов, проведения термомеханического анализа полимеров. Для реализации эксперимента использовались полимерные образцы с геометрическими размерами не менее 10х10х20 мм. Концентрация наполнения варьировалась от 0 до 30% масс. содержания дисперсного наполнителя, температурный диапазон – от 27°С до 100°С. Для каждого испытуемого образца получали ТМА-кривые при разном содержании наполнителей.

По результатам измерений выяснилось, что при повышении концентрации наполнителя у всех наполненных образцов наблюдается снижение значения КЛТР. Наибольший показатель коэффициента линейного термического расширения был у образца, наполненного микродисперсным шунгитом, а наименьший показатель был у образца с наполнителем – техническим углеродом Т900.

В дальнейшем, используя полученные данные, можно спрогнозировать изменение свойств ПКМ при разном содержании дисперсного наполнителя и не допускать большие изменения размеров деталей при значительных колебаниях температуры, модифицируя их углеродсодержащими дисперсными наполнителями.

Список литературы

1. Букетов А. В. Полимеркомпозитные защитные огнеупорные покрытия: монография / А. В. Букетов, А. В. Акимов, А. А. Сапронов // Херсон: ХГМА, 2017. С.172.

2. Чашкин М.А. Квантово-химические и экспериментальные исследования процессов модификации эпоксидных композиций металл/углеродными нанокомпозитами / М.А. Чашкин, В.И. Кодолов, А.И. Захаров, Ю.М. Васильченко, М.А. Вахрушина и др. // Химическая физика и мезоскопия, 2011. Т. 13. №4. С.520.

Взрывное прессование отходов фторопласта-4

Земцова А.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агафонова Г.В.
ВолгГТУ, Волгоград
zemtsovanna@gmail.com

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта РФФИ и Администрации Волгоградской области № 18-43-340002.

До настоящего времени проблема утилизации отходов фторопласта-4 (Ф-4, ПТФЭ) остается нерешенной ввиду высокой вязкости расплава данного полимера и низкой рентабельности производства вторичных изделий. Накопление в большом количестве отходов фторопласта-4 является большой экологической, промышленной и экономической проблемой, а отсутствие эффективных способов рекуперации его отходов делает данную проблему весьма актуальной. Перспективным способом переработки отходов фторопласта-4 является взрывное прессование (ВП).

В работе исследовали прессовки, полученные взрывным прессованием скользящей ударной волной в стальной цилиндрической ампуле стружки фторопласта-4 после механической обработки промышленных заготовок. Варьирование интенсивности нагружения обеспечивали путем изменения давления ВП от 0,2 до 0,8 МПа. Давление в прессуемом материале достигалось за счет изменения высоты и типа взрывчатого вещества. Структуру полученных материалов исследовали методом рентгеноструктурного анализа (РСА) на рентгеновском дифрактометре D8 ADVANCE (Bruker AXS GmbH, Germany) в излучении медного анода CuKα. Плотность прессовок определяли методом гидростатического взвешивания.

В результате исследований установлено, что после взрывного прессования давлением 0,2–0,5 ГПа кристаллическая структура стружки сохраняется. Степень кристалличности (χ) исходной стружки составляет 77 %, а после ВП – 74–76 %; уширение рентгеновских пиков (β) после ВП возрастает с 2,7 до 2,8–3,1 мрад, что вызвано дроблением и деформацией стружки, размер кристаллитов (D) которой уменьшился с 52 до 47–50 нм, а относительная деформация решетки (Δd/d) возросла с 3,1·10-3 до 4,4–4,9·10-3. Более существенные изменения кристаллической структуры происходят после ВП давлением 0,8 ГПа: происходит аморфизация структуры (χ = 57 %), возрастает дефектность кристаллической структуры, что подтверждается ростом β до 4,5 мрад и Δd/d до 5,6 10-3, а также уменьшением D до 41 нм.

Такие изменения структуры сопровождаются повышением плотности с максимумом (1,82 кг/см2) после ВП давлением 0,5 ГПа. Снижение плотности до 1,76 кг/см^2 после ВП давлением 0,8 ГПа коррелирует с данными рентгеноструктурного анализа, свидетельствующими о снижении степени кристалличности вторичного фторопласта-4.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлена закономерность изменения структуры вторичного фторопласта-4 в зависимости от давления ВП.

Модифицирование поверхности пленок ПЭТФ в разряде постоянного тока

Зиновьев А.В.
Научный руководитель — к.х.н. Пискарев М.С.
РТУ МИРЭА, Один
zinovev.97@inbox.ru

Одним из наиболее доступных подходов к модификации поверхности полимерных материалов является их обработка низкотемпературной плазмой. Современные плазмохимические методы являются экологически чистыми и значительно выигрывают по сравнению с химической модификацией, в процессе которой часто используют агрессивные реагенты. Важной особенностью процесса плазмохимической модификации, определяющей особый интерес к этому методу, является то, что изменениям подвергается только наноразмерный приповерхностный слой обрабатываемой поверхности материала. В зависимости от условий обработки в плазме, в т.ч. от типа разряда, получаемая химическая структура и свойства поверхности могут сильно различаться. Особенно перспективна обработка в плазме для повышения гидрофильности полимерных материалов. Например, полилактид – сложный алифатический полиэфир – широко применяется в упаковочной промышленности и биомедицине, но поверхность материалов на его основе гидрофобная и требует дополнительной модификации.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния обработки пленок полиэтилентерефталата в плазме постоянного тока пониженного давления на химическую структуру

и свойства поверхности. Двухосноориентированные пленки ПЭТФ марки PETLAIN BT 1010 E («Superfilm», Турция) толщиной 40 мкм обрабатывали в разряде постоянного тока на катоде или на аноде, как описано в [T. Demina, D. Zaytseva-Zotova, M. Yablokov, A. Gilman, T. Akopova, E. Markvicheva, A. Zelenetskii DC discharge plasma modification of chitosan/gelatin/PLLA films: surface properties, chemical structure and cell affinity // Surface & Coatings Technology – 2012 V. 207 P. 508–516].

Исследование методом гониометрии, проведенное с помощью прибора Easy Drop DSA100 (KRUSS, Германия) и программного обеспечения Drop Shape Analysis V.1.90.0.14 по воде (бидистилляту) и глицерину (погрешность 1º), показало уменьшение краевого угла смачивания до 10 после обработки на катоде и 12 после обработки на аноде с 80 для исходного образца.

Результаты оценки адгезионных характеристик методом Т-теста [Яблоков М.Ю., Кечекьян А.С., Баженов С.Л., Гильман А.Б., Пискарев М.С., Кузнецов А.А. Адгезионные свойства пленок политетрафторэтилена, модифицированных в плазме // Химия высоких энергий. – 2009.Т. 43, № 6, С. 569-572], проводимого на универсальной машине Autograph AGS 10 KNG фирмы Shimadzu со скоростью 100 мм/мин, показали увеличение сопротивления отслаивания ленты Scotch®810 с 30 Н/м до 144 Н/м и 186 Н/м после обработки на аноде и на катоде, соответственно.

Согласно данным рентгенофотоэлектронного исследования, обработанная поверхность имеет значительные изменения по сравнению с исходной пленкой: при обработке на катоде, очевидно, больше образовалось гидроксильных групп, а на при обработке на аноде – карбоксильных групп.

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.

Ударостойкость лопастей воздушного винта газотурбинного двигателя

Изгородин П.А.
Научный руководитель — Рогов Н.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
www.dante-2011@mail.ru

Турбовинтовые воздушные судна привлекают и авиакомпании, и военных малым расходом топлива. Поэтому в период роста цен на нефть аналитики вполне оправданно прогнозируют повышение продаж турбовинтовых летательных аппаратов. Причины, по которым авиакомпании и военные покупают турбовинтовые самолеты, вполне логичны. Во-первых, скоростные характеристики, размеры и топливная экономичность этих самолетов делает их идеальной заменой больших реактивных самолетов. Анализируя эффективность применения турбовинтовых самолетов, можно сделать вывод, что экономичность применения таких самолетов при следовании по маршрутам протяженностью от 560 до 740 км повышается. Причем в этом диапазоне преимущество турбовинтовых самолетов по сравнению с 70-местным реактивным самолетом эффективнее на 30 % в плане экономии топлива и затрат на эксплуатацию. По сравнению с 50-местным реактивным лайнером затраты на эксплуатацию и содержание турбовинтовых самолетов будут такими же, но вместимость пассажиров (полезная нагрузка) турбовинтовых самолетов в данном случае на 40 % больше. Соответственно, турбовинтовые самолеты являются идеальной заменой 50-местных реактивных самолетов. В этом случае авиакомпании и военные смогут увеличить полезную нагрузку своих воздушных судов, сохранив затраты на прежнем уровне.

На современных самолетах устанавливаются воздушные винты, которые автоматически выдерживают заданную частоту вращения, изменяя угол установки лопастей. Это позволяет сохранять высокий коэффициент полезного действия в широком диапазоне скоростей, улучшить характеристики взлета и набора высоты и обеспечить экономию топлива на крейсерском режиме полета.

В настоящее время в конструкции воздушных винтов применяют композиционные материалы. Современные композиционные материалы имеют уникальные механические свойства по сравнению с алюминиевыми сплавами: высокую усталостную прочность, удельную прочность (отношение прочности и веса), удельную жесткость (отношение модуля упругости и веса), повышенную прочность и высокое сопротивление повреждениям от внешних нагрузок. Процедура определения прочностных свойств перекрестно-армированного материала сводится к нахождению компонента напряжений в каждом слое с учетом ориентации волокон в нем и применению к каждому слою какого-либо аналитического критерия разрушения при сложном напряженном состоянии. Исследования показывают, что для получения требуемых характеристик полимерных композиционных материалов нет необходимости применения сложных схем армирования с большим количеством различно направленных слоев. В процессе технической эксплуатации и при ведении

боевых действий воздушный винт может быть поврежден. Повреждаемость воздушного винта ведет к разрушению его конструкции. Характер разрушения композита зависит от уровня энергии удара. Удары с высоким и средним уровнем энергии вызывают разрушение поверхности, и могут образовываться внутренние расслоения. Наиболее опасно разрушение с расслоением полимерных композиционных материалов, которое трудно обнаружить при визуальном контроле.

Исследования показывают, что расслоение композиционных материалов может сильно понизить прочность, особенно сжатых элементов. Расчет траектории и параметров движения высокоскоростных твердых частиц после соударения с элементами силовой установки является важной частью численного моделирования процесса движения постороннего предмета. Исследование процесса взаимодействия высокоскоростного твердого предмета произвольной формы с преградой при косом ударе является самостоятельной сложной задачей, которая служит предметом исследования в теории удара. В настоящее время имеются экспериментальные данные для достаточно широкого круга соударяющихся пар материалов, используемых в авиационных установках. Для исследования характера повреждения композиционного материала в зоне воздействия высокоскоростным твердым предметом используется уравнение движения, которое решается при динамическом анализе.

При разработке методики оценки ударной стойкости композиционного материала к повреждению был использован ряд известных методик, связанных с расчетом движения твердых частиц в воздушном потоке, статистической оценкой параметров и характеристик твердых частиц, с определением напряженно-деформированного состояния конструкционных материалов. Разработанная методика позволяет расчетным путем определить параметр повреждений воздушного винта из композиционных материалов, необходимый для дальнейшей оценки пригодности композиционных материалов к использованию по назначению и при ремонте.

Высокоэффективные технологии получения новых композиционных материалов на основе поливинилхлорида

Исламгулова Э.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аблясова А.Г.
КНИТУ-КАИ, Казань
evelinka-99@mail.ru

Работа посвящена разработке композиционных материалов с заранее заданным набором технических свойств, уровень и сочетание которых определяются функциональным назначением и зависят от условий производства, обработки и эксплуатации изделий, которые должны обладать высокой надежностью, экономичностью, технологичностью и соответствовать критериям «экономичности» и экологичности.

Известно, что основным методом целенаправленного контроля свойств полимера является физико-химическая модификация. Однако резервы снижения производственных затрат за счет выбора модификаторов полимерных композиций не слишком велики, поскольку большинство целевых добавок закупаются за рубежом. В связи с этим важной задачей является решение проблемы нехватки и высокой стоимости исходных компонентов для производства полимерных материалов, снижения себестоимости сырья за счет совершенствования и оптимизации рецептуры композиционных материалов и режимов работы технологического оборудования. В этих условиях чрезвычайно важны исследования, направленные на поиск эффективных импортозамещающих компонентов из полимерных материалов с высокими модифицирующими свойствами, доступностью, низкой стоимостью и экологической безопасностью.

Композиционные материалы на основе ПВХ используются исключительно в модифицированной форме и представляют собой многокомпонентные системы, содержащие различные целевые добавки для улучшения прочностных характеристик, снижения вязкости расплавов, расширения температурных диапазонов осаждения, снижения стоимости изделий и придания им необходимых свойств. Эффективность модификации ПВХ определяется структурой полимерной матрицы, природой, количеством, содержанием, соотношением и методами внесения добавок, физико-химическими процессами на границе раздела компонентов, режимом обработки параметров готового продукта и другие факторы.

Для оптимизации технологических режимов обработки композиционных материалов используются новые математические модели, методы, алгоритмы и программы для расчета характеристик соответствующих процессов с учетом сложной формы, тепловых и гидродинамических условий в рабочих полостях технологического оборудования.

Исследование влияния ультразвуковой обработки на структуру углеродного наполнителя в составе эпоксидного связующего

Камалов А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Магсумова А.Ф.
КНИТУ-КАИ, Казань
kamalov_an@mail.ru

Развитие современной промышленности требует создания новых полимерных материалов с заданными свойствами. Требуемые свойства достигаются путем применения дисперсных наполнителей. Использование наполнителей позволяет влиять на механические, физические и технологические свойства материалов, а также снизить стоимость изделия. Однако, несмотря на положительные свойства, которые достигаются в процессе наполнения связующего, особого внимания требуют вопросы, касающиеся дисперсии наполненных композиций. Известно, что ультразвук (УЗ) позволяет улучшить процесс изготовления изделий из композитных материалов на основе эпоксидных связующих [1,2].

Цель исследования заключалась в изучении того, как влияет УЗ-обработка на наполнитель, какие структурные изменения может повлечь за собой его применение, а также возможно ли достижение равномерного распределения наполнителя в композициях путем применения УЗ-обработки.

В качестве объектов исследования были выбраны высоковязкая эпоксидная смола DEN-438 и углеродсодержащий наполнитель П514.

Высоковязкая эпоксидная смола марки DEN 438 является термореактивным, пластическим связующим, которое имеет большую ценность для производителей, так как придает изделию химическую стойкость при высоких температурах и высокую прочность.

Выбор углеродсодержащего наполнителя П514 был обусловлен тем, что, в отличие от других наполнителей, П514 обладает высокими показателями диэлектрической проницаемости, немагнитными свойствами и высокой весовой эффективностью, которая незначительно влияет на плотность получаемого изделия. Данный порошок имеет средний показатель дисперсности и структурности, что способствует увеличению прочности будущего композиционного изделия уже на ранних этапах его отверждения [3].

Для проведения исследования изготавливались образцы с 1%, 3% и 5% масс. дисперсного наполнителя. Перемешивание дисперсных частиц с эпоксидной смолой проводились путем интенсивного механического смешивания при комнатной температуре, с постепенным добавлением углеродного наполнителя до достижения необходимой концентрации.

УЗ-обработка образцов проводилась на УЗ-гомогенизаторе Sonics Vibra Cell – VCX750 при мощности 750 Вт, частоте 20 кГц и амплитуде 80 мкм. Образец помещали в специальную емкость, в которую погружали наконечник УЗ-гомогенизатора на глубину 1÷2 см. Продолжительность УЗ-обработки наполненных композиций составила 10 минут.

По изображениям, полученным с помощью микроскопа Olympus GX51, сравнивались изменение дисперсности, форм и размеров наполнителя в составе эпоксидной смолы. Выяснилось, что дисперсность наполнителя П514 в среднем увеличилась на 35%, улучшалось распределение наполнителя в композиции. При этом при сравнении обработанного и необработанного УЗ-образцов можно заметить, что форма самих частиц не изменилась.

Список литературы

1. Алдошин С.М., Бадамшина Э.Р., Грищук А.А., Тарасов А.Е., Эстрин Я.И., Ганиев Р.Ф., Ганиев С.Р., Касилов В.П., Курменев Д.В., Пустовгар А.П. Исследование влияния способов диспергирования одностенных углеродных нанотрубок на свойства нанокомпозитов на основе эпоксидной смолы // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2015. №3. С. 96-101.

2. L. Cividanes, E. Simonetti, J.I.S. Oliveira, A.A. Serra, J.C.S. Barboza, G.P. Thim, The Sonication Effect on CNT-Epoxy Composites Finally Clarified // Polymer Composites. 2015. №38(9). P. 1964–1973.

3. Колосова А.С., Сокольская М.К., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Наполнители для модификации современных полимерных композиционных материалов // Фундаментальные исследования. 2017. № 10. С. 459– 65.

Хитозан, ацилированный 2,2-бис(гидроксиметил)пропионовой кислотой, для стабилизации границы раздела фаз

Киляшова Л.А.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва
lyuba-97@mail.ru

Эмульсии – дисперсные системы, где дисперсной фазой и дисперсионной средой являются разнородные жидкости. Стабильность эмульсий определяется поверхностными явлениями на границе раздела фаз. Для стабилизации границы раздела фаз можно использовать или молекулярные эмульгаторы, или наночастицы. В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений является применение природных полимеров для стабилизации эмульсий. Таким полимером может служить хитозан – продукт деацилирования природного полисахарида хитина. В его составе имеются первичные аминогруппы, благодаря которым хитозан способен растворяться в кислых водных средах, но при повышении pH раствора происходит депротонирование аминогрупп, и хитозан начинает высаживаться. Для регулирования гидрофильно-гидрофобного баланса хитозана и, соответственно, его способности выступать в качестве эмульгатора можно модифицировать его химическую структуру.

Целью работы является оценка возможности применения хитозана и его ацилированных 2,2-бис(гидроксиметил) пропионовой кислотой (БГМПК) производных для стабилизации эмульсий масло/вода. В работе использовали хитозан с ММ 60 кДа и степенью ацилирования (СА) 0.1 и его N-ацилированные производные с БГМПК со степенью замещения (СЗ) от 0.16 до 0.43 как в виде водных 2 мас.% растворов, так и в виде наночастиц, которые получали с помощью ультразвуковой обработки растворов хитозана или его производных при pH 6.5. Размер полученных наночастиц определяли методом динамического лазерного светорассеяния.

Эффективность использования исходного хитозана и его производных с БГМПК оценивали по их способности стабилизировать границу раздела фаз масло/вода в процессе получения микрочастиц из полилактида методом испарения растворителя из эмульсий. Для этого в качестве «масляной» дисперсной фазы использовали 6% растворы поли(L,L-лактида) (ММ 160 кДа) в смеси CH_2Cl_2: ацетон (9:1), а «водной» дисперсионной средой являлись или растворы хитозана и его производных, или дисперсии их наночастиц. Фазы перемешивали на верхнеприводной мешалке со скоростью 700 об/мин до полного испарения растворителя из дисперсной фазы. Полученные микрочастицы фракционировали через сита, промывали дистиллированной водой и сушили лиофильно.

Использование раствора хитозана, ацилированного БГМПК, позволяет эффективно стабилизировать границу раздела фаз и, соответственно, получать микрочастицы. Степень замещения аминогрупп хитозана влияет на выход микрочастиц и позволяет регулировать их распределение по размерам. При использовании растворов хитозана и его производных выход микрочастиц увеличивался с увеличением степени замещения, а в случае применения дисперсий наночастиц у хитозана с БГМПК при СЗ=0,43 выход уменьшился, у немодифицированного хитозана – увеличился.

Анализ влияния высокоэнтальпийного теплового потока на физико-механические и теплофизические показатели свойств УУКМ и УККМ

Корчинский Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Колесников С.А.
МАИ, Москва
korchik16@yandex.ru

В настоящее время скорости летательных аппаратов (ЛА) превосходят во много раз скорость звука. Для высокотемпературных узлов таких аппаратов (кромка носа воздухозаборного устройства (T_w=1500 °C), камера дожигания топлива (T_w=2400 °C) и т.д.) современное материаловедение предлагает углерод – углеродные и углерод – карбидокремниевые композиционные материалы (УУКМ и УККМ).

Целью данной работы является исследование потерь физико-механических и теплофизических свойств образцов УУКМ и УККМ в условиях, близких к натурным.

Армирующим элементом УУКМ являются жгуты углеродной конструкционной нити УКН/5000 (ГОСТ 28008-88) или высокомодульной нити ВМН-4 (ТУ 1916-122-00200851-2009). Структура 3Д позволяет получить наибольший объемный коэффициент армирования по волокну – 0,59 и, следовательно, высокие прочностные показатели. Для улучшения условий жидкофазного

силицирования плотность материала должна быть ниже 1,80 г/см3, так как при более высокой плотности в 4Д-Л структуре проходных пор практически не остается. При плотности углеродной основы более 1,80 г/см3, открытая пористость оказывается недостаточной для проникновения расплава кремния, внутренний объем коксовых блоков остается недоступным, карбид образуется только на границах раздела волокна и матрицы или в приповерхностном слое образца. По этим соображениям выбрана технологическая схема, предполагающая проведение 2–3 циклов пропитки и карбонизации под давлением (ПКД) для получения углеродной основы перед силицированием с плотностью в пределах 1,60–1,80 г/см3. Испытания в условиях, близких к натурным, проводились на трех образцах на плазмотроне ВГУ-4 мощностью 100 кВт в Институте проблем механики им. А. Ю. Ишлинского (ИПМех) РАН [2].

Для испытания определения изменения физико-механических и теплофизических показателей свойств были выбраны следующие образцы:

1. Кромка № 1 УККМ 3Д (m0= 190,23 г);
2. Кромка № 2 УККМ 4Д-Л (m0= 226,76 г);
3. Кромка № 3 УУКМ 4Д-Л (m0= 209,84 г).

Испытания проводились в высокоэнтальпийном потоке воздуха и смеси 70%N2 + 30%CO2 (мас. %) при мощности плазмотрона до 30 кВт длительностью до 600 с. Температура поверхности образцов достигала 1450 °С.

Установлено, что наименьшим линейным уносом, как и изменением массы, обладает образец УККМ с наполнителем из ВМН-4 и структурой армирования 4Д-Л.

После испытаний на плазмотроне из данных кромок были вырезаны цилиндрические образцы (h=20 мм, D=15 мм) для дальнейшего определения физико-механических и теплофизических свойств на базе АО «НИИграфит» госкорпорации Росатом, а именно:

1. Определение кажущейся плотности гидростатическим методом;
2. Определение среднего коэффициента теплопроводности при температуре от 293 К до 303 К;

3 Определение предела прочности при сжатии.

Полученные результаты.

1. Образец УККМ 3Д – плотность снизилась на 3,6 % с 1,67 до 1,61 г/см3. Потеря прочности, рассчитанная на основании данных по экстраполяции зависимости прочность – плотность, недостоверна.
2. Образец УККМ 4Д-Л – плотность снизилась на 0,54 % с 2,03 до 2,02 г/см3. Потеря прочности составила 1,5 % с 165 до 162,5 МПа.
3. Образец УУКМ 4Д-Л – плотность снизилась на 2,08 % с 1,92 до 1,88 г/см3. Потеря прочности составила 5,51 % с 122,1 до 115,32 МПа.

Выводы.

1. Проведены работы по стабилизации состава УККМ и получены результаты, подтверждающие их работоспособность в условиях эксплуатации будущих изделий перспективных летательных аппаратов.
2. Наблюдаемая потеря прочности образцов незначительна и пропорциональна потере плотности.
3. Повышение среднего коэффициента теплопроводности от 8 до 27 % в настоящий момент не поддается объяснению.

До проведения испытаний углеродная основа неоднократно подвергалась высокотемпературной обработке в электровакуумных печах при 2000 °С с выдержкой более часа. Окисленное волокно имеет теплопроводность в 10–20 раз ниже, чем графитированное, поэтому увеличение теплопроводности после испытаний не может быть вызвано физико-химическими изменениями в УУКМ.

Частичное окисление карбидной матрицы УККМ с образованием диоксида кремния также не может привести к росту теплопроводности, так как коэффициент теплопроводности SiO2 примерно в 4 раза ниже, чем SiC.

Список литературы

1 С.А. Колесников, И.А. Бубненков, Ю.И. Кошелев, А.Л. Меламед, А.К. Проценко, Н.А. Корчинский. Разработка и исследование армированных углеродных материалов с керамической защитой от окисления в воздушных потоках. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2018. Т. 61. Вып. 11.

2 А.Ф. Колесников, А.Н. Гордеев, В.И. Сахаров. Течение и теплообмен в сверхзвуковых струях воздушной плазмы: эксперимент на вч-плазмотроне и численное моделирование // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2008. Т. 7.

Прочность однонаправленного ПКМ при растяжении – сжатии под углом к направлению волокон

Кузьмина Т.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Олейников А.И.
МФТИ, Жуковский
tatyana.kuzmina@phystech.edu

Рассматривается критерий разрушения монослоя или однонаправленного композита в виде двух линейных условий Мора на площадках вдоль и поперек направления армирования [1].

Эти условия дают значения прочности монослоя по условию разрушения волокон или матрицы. Получены расчетные значения прочности в случае одноосного сжатия или растяжения в плоскости монослоя под углом к направлению волокон.

Расчетные данные сравниваются с данными испытаний по разрушению образцов, вырезанных в различных направлениях из однонаправленно армированного стеклопластика, бопропластика и углепластика. Выполнено также сравнение линейного критерия с другими известными критериями.

Анализ показал, что линейный критерий соответствует опытным данным примерно так же одинаково, как и более сложные квадратичные критерии: Цая – Хилла (Tsai – Hill), Хашина –Ротема (Hashin – Rotem), Хоффмана (Hoffman), Цая – Ву (Tsai – Wu) и Пака (Puck).

Определены углы направления нагрузки, при которых происходит смена механизма разрушения монослоя от разрушения волокон к разрушению матрицы, согласно линейному критерию и критериям Хашина – Ротема, Пака. Указаны виды разрушения монослоя по Цаю – Хиллу: от действия нормального напряжения вдоль волокон, касательного напряжения в плоскости слоя и нормального напряжения перпендикулярного направлению волокон. Также приведены моды разрушения матрицы A, B, C Пака.

Представлена зависимость угла наклона плоскости разрушения для углепластика. При наступлении моды C наклон плоскости скачком изменяет свое значение от 0 до 26° и далее монотонно возрастает выпуклостью вверх асимптотически, приближаясь к 55º. При сжатии монослоя перпендикулярно волокнам наклон поверхности разрушения наибольший.

Показано, что применение линейного критерия обеспечивает расчет характеристик прочности по минимальным прочностным свойствам материала. Линейный критерий дает консервативную оценку – нижнюю оценку прочности.

Литература

Rabotnov Yu.,N., Polilov A.N. Strength criteria for fibre – reinforced plastics // Fracture, 1977, v.3, p.1059-1065.

Разработка конструкции цельноформованной ребристой оболочки для беспилотных летательных аппаратов малого диаметра

Куприянова Я.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Парафесь С.Г.
МАИ, Москва
nyanina17@yandex.ru

Разработка перспективных беспилотных летательных аппаратов (БЛА) связана с необходимостью одновременного повышения прочностных и жесткостных характеристик, а также снижения массы конструкции.

Так как работа отсеков БЛА предполагает наличие сжимающих осевых и поперечных нагрузок, особое место среди широкого класса тонкостенных оболочечных конструкций занимают ребристые цилиндрические оболочки. Стоит отметить, что рационально спроектированные ребристые оболочки для БЛА позволяют снизить материалоемкость производства и стоимость изделия.

Для БЛА среднего и большого диаметра в качестве подкрепляющих ребер обычно используются тонкостенные профили. Однако при проектировании оболочек малого диаметра создание рельефной внутренней поверхности крайне затруднено.

Данная работа включает в себя методологию проектирования цельноформованной ребристой оболочки с гладкой внешней поверхностью диаметром до 200 мм. Формование силовой обшивки проводится в два этапа и обеспечивает высокую монолитность конструкции. На первом этапе происходит формообразование гладкой тонкостенной оболочки с заранее сжатыми закладными элементами с «памятью формы», расположенными на внутренней поверхности в зоне ребер. На втором этапе заготовка с установленным аппаратурным контейнером устанавливается в нагреваемую

форму с подачей температуры 120°С на внутреннюю поверхность. При этом в зоне ребер происходит восстановление сжатых элементов, и образуются цельноформованные шпангоуты.

В качестве материала обшивки выбран стеклопластик, в качестве материала шпангоутов – композит из стеклосетки, пропитанной высокоэластичным связующим.

Полимерные материалы, обладающие памятью формы, совмещают функцию конструкционного материала с функцией энергии и привода. Основой функционирования при этом является наличие эластомерной и стеклуемой фаз, образующих сшитую структуру. Основная форма запоминается в виде сетки связей в стеклуемой фазе, а энергия, необходимая для разворачивания формы, накапливается в виде напряжений в эластомерных сегментах полимера [1].

Проектирование проводилось в системе 3D-моделирования SOLID WORKS.

Литература

Аристов В.Ф., Чернышенко А.О.. Композиты с эффектом памяти формы для создания саморазворачивающихся конструкций космического назначения// Материалы Международной научно-практической конференции «Решетневские чтения». 2015 С.67–68.

Применение УФ-отверждаемых связующих в методе Light-RTM для изготовления изделий авиационного назначения

Курмашева Л.Р., Ковалев В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Андрианова К.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
lafee333@yandex.ru

Композитные материалы находят все более широкое применение в авиационной промышленности. С ростом применения композиционных материалов возникает спрос на более энергоэффективные и экономичные методы формования. Технология получения материалов с использованием УФ-облучения дает ощутимые технико-экономические и экологические преимущества по сравнению с традиционными способами создания композитов. УФ-отверждение позволяет значительно сэкономить на производстве за счет снижения трудоемкости, энергоемкости, а также увеличения пропускной способности оборудования, производительности и соответственно уменьшения себестоимость изделия.

Образцы и изделия, состоящие из фотоотверждаемых смол, могут быть с легкостью отформованы с помощью контактного формования. Однако использование данного метода не позволяет достигнуть высокой плотности укладки армирующего материала, получить высокую прочность, а также дает высокий коэффициент наполнения связующим, что приводит к хрупкости, соответственно данный метод подходит лишь для изготовления неответственных деталей.

Данные недостатки могут быть устранены с помощью автоклавных и безавтоклавных (трансферных) методов формования. Для отверждения фотополимеризующихся смол необходимо, чтобы одна из частей оснастки имела возможность пропускать УФ-излучение. Для удобства отверждения в УФ-облучателе можно использовать светопропускающий пуансон. Светопропускающие пуансоны могут быть применены в таких методах, как вакуумная инфузия и Light-RTM.

Для создания образцов был выбран метод Light-RTM, т.к. он позволяет получить более высокие физико-механические характеристики, более однородную структуру ламината и качественную поверхность изделия с двух сторон. Метод Light-RTM позволяет получить изделия с содержанием арматуры до 40% и с минимальным содержанием пустот.

Light-RTM – метод, который является гибридом процессов RTM и VARTM. Процесс Light-RTM может быть осуществлен при использовании только вакуума, а также вакуума и небольшого избыточного давления, которое используется для повышения скорости пропитки. Для данного метода характерно наличие легкого пуансона.

Оснастка состояла из 3-х частей: металлической матрицы, светопрозрачного пуансона и металлической рамы, предназначенной для восприятия усилий от болтов. В качестве материала для пуансона использовалось оргстекло толщиной 6 мм, которое выдерживало давление до 0,4 бар. Для того чтобы создать давление 1 бар, можно изготовить стеклопластиковый пуансон толщиной 5–6 мм. Механические испытания полученных образцов на сжатие и изгиб были произведены на универсальной измерительной машине Instron 5882. После проведенных испытаний можно сделать вывод, что технология УФ-отверждения методом Light-RTM подходит для создания неответственных деталей авиационного назначения, при этом сокращая время и стоимость производства.

Санитарно-химическая и гигиеническая оценка перспективных полимерных композитных материалов на основе углеродной ленты и бисмалеимидного связующего, планируемых к использованию в обитаемых отсеках космических кораблей

Лашуков П.В.
Научный руководитель — доцент, д.м.н. Мухамедиева Л.Н.
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, Москва
pashalashukov@mail.ru

В настоящее время при проектировании обитаемых отсеков космических аппаратов (КА) используются углепластики – полимерные композиционные материалы (ПКМ), изготавливаемые на основе углеродного волокна и связующего. В отличие от других используемых материалов преимуществом ПКМ является малый вес, низкая плотность, устойчивость к агрессивным средам, высокие показатели удельной жесткости. Из наиболее важных характеристик эксплуатационной безопасности тканных полимерных композитов и изделий является:

– десорбция летучих веществ, адсорбированных на поверхности материала или образовавшихся на поверхности при воздействии внешних факторов;

– диффузии и десорбции летучих веществ, абсорбированных или образованных в нем в результате термической деструкции и ионизирующего излучения и, как правило, являющихся токсичными для человека.

В процессе эксплуатации углепластики выделяют в окружающую среду летучие органические вещества (ЛОС) различных классов опасности, в частности мономеры, которые обладают гигиенической значимостью и при определенных концентрациях могут нанести вред здоровью экипажа. Поэтому пригодность использования ПКМ регламентируется по гигиеническим показателям, на предмет соответствия нормативным требованиям ГОСТ Р 50804-95, SSP 50094, SSP 50260.

Следовательно, для гигиенической оценки ПКМ необходимо идентифицировать компоненты летучих веществ в исходном состоянии, оценить влияние на состав ЛОС воздействия ионизирующего излучения.

В работе представлены результаты химико-аналитических исследований и гигиенической оценки трех углепластиков, изготовленных на основе углеродных лент, с использованием одинакового модифицированного бисмалеимидного препрега. Санитарно-химические испытания проведены в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14624-3-2010. Состав газовыделений и концентрации ЛОС определяли методами газовой хроматографии и хроматомасс-спектрометрии.

Химико-аналитическими исследованиями установлен перечень летучих органических соединений (ЛОС), характерный для двух углепластиков: ксилол, бензол, ацетофенон, октаметилциклотрисилоксан, бензальдегид, толуол, ацетальдегид. Различие в концентрациях веществ были в пределах ошибки измерения. Уровень суммарного содержания детектированных веществ в составе газовыделения из ПКМ был различным, что обусловлено насыщенностью связующего. Детектированные вещества относятся преимущественно к умеренно опасным веществам, а их концентрации в основном на порядок ниже предельно допустимых концентраций, установленных для пилотируемых космических аппаратов.

Анализ данных показал, что проведение дегазации ПКМ (углепластик №3) способствует значительному снижению концентраций детектированных химических веществ.

Проведенные исследования показали, что по количественному и качественному составу химических веществ в составе газовыделения и гигиенической их оценке бисмалеимидное связующее перспективно для изготовления ПКМ, планируемых к использованию в конструкциях обитаемых отсеков космических кораблей.

Разработка ультраструйного метода диагностики эксплуатационных свойств биметаллического инструмента

Ли Сюеянь, Хоа Ван Донг
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галиновский А.Л.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва; Китай
lisueyan@yandex.ru

В настоящее время в мировой промышленности широко применяется изготовление биметаллических режущих инструментов. Их преимущество – это высокая износостойкость и низкая

цена. Для проведения промышленных испытаний было изготовлено четыре типа биметаллических ножей (сталь 3-9ХФ) по различным технологическим режимам закалки и отпуска.

Смежным вопросом является выбор диагностики эксплуатационных свойств биметаллического инструмента. Ультраструйные технологии нашли широкое применение для решения различных задач [1]. Самостоятельное и значимое место в перечне данных технологий занимает ультраструйная диагностика (УСД), основным достоинством которой является оперативное получение необходимой информации об эксплуатационно-технологических параметрах состояния поверхностного слоя материала различных технических объектов. Кроме того, ультраструйное воздействие в технологически достижимой степени подобно реальным условиям эксплуатации разного рода технических объектов и устройств, что крайне важно для получения объективной информации об объекте контроля [2–5].

Поэтому использован УСД для диагностики эксплуатационных свойств биметаллического инструмента.

В качестве модификатора использовался порошок полиамид-12, широко применяемый в технологии селективного лазерного сплавления.

Эксперимент по УСД с применением модифицированной УС (водо-полимерной УС) проводился с использованием установки для гидроабразивной резки материалов производства Flow System (США), модель Flow Mach 3. Давление в системе составляло P=400 МПа, расстояние от среза фокусирующей трубки до поверхности ножа h=4 мм, скорость подачи сопловой головки S=0,41 мм/с, концентрация полимерного порошка c=0,2 кг/мин. В результате реализации процедуры УСД на поверхности образца (ножа) образовалась гидрокаверна (рис. 3а), геометрические параметры которой были определены с использованием профилометра-профилографа БВ-7669 (производства НИИ «Измерения», РФ)

В качестве образцов при проведении исследования были выбраны ножи для роторной дробилки, изготовленные из биметалла (сталь 3-9ХФ), произведенные в научно-исследовательском институте импульсных процессов с опытным производством «НИИ ИП с ОП» (г. Минск, Республика Беларусь). Данные ножи являются основным рабочим органом для роторной дробилки модели РМ250 (КНР).

В заключение можно сформулировать следующее: Анализ показал, что на практике можно использовать ультраструйную диагностику для оценки эксплуатационных свойств режущего инструмента, беря за основу имеющиеся наработки в данном направлении исследований, выполненные на кафедре СМ-12 МГТУ им. Н.Э. Баумана [6, 7].

Исследования выполнялись в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ (НШ-3778.2018.8) и гранта РФФИ 18-29-18081.

Список литературы

1.Бибик В.Л. Методы прогнозирования стойкости режущих инструментов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12-1. – С. 81-84.

2.Ультраструйная экспресс-диагностика материалов и изделий машиностроения / Абашин М.И., Барзов А.А., Галиновский А.Л., Шутеев В.А. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2011. № 2 (123). С. 141-147.

3. Проблемы и перспективы развития гидроструйных технологий ракетно-космического машиностроения/Тарасов В.А., Галиновский А.Л. Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. № 3 (15). С. 23.

4.Применение гибридной диагностики для оценки эксплуатационных свойств композиционной керамики/Галиновский А.Л., Муляр С.Г., Хафизов М.В. Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2012. № 9. С. 65-69.

5.Применение ультраструйной диагностики для оценки качества сварных швов/Абашин М.И., Барзов А.А., Бочкарев С.В., Галиновский А.Л., Маслов Б.Г. Сварочное производство. 2014. № 9. С. 26-29.

6.Технологические особенности создания конструкционной керамики с использованием наноразмерного порошка бемита и возможности ее ультраструйной диагностики/ Галиновский А.Л., Муляр С.Г., Судник Л.В. Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. № 11. С. 64-69.

7.Анализ физико-технологических особенностей процесса ультраструйной диагностики/

Абашин М.И., Барзов А.А., Галиновский А.Л. Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные науки. 2012. № 6. С. 7.

Моделирование процессов формования детали из углепластика на основе эпоксиангидридного связующего с фосфониевым ускорителем

Мадиярова Г.М., Хамидуллин О.Л.
Научный руководитель — профессор, д.х.н. Амирова Л.М.
КНИТУ-КАИ, Казань
gulnazka_madiyarova@mail.ru

Продолжительное время при производстве высоконагруженных и высококачественных изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) конструкционного назначения преобладало автоклавное формование изделий. Однако вследствие повышенной стоимости процесса за счет использования дорогостоящего автоклава, оснастки, трудоемкости и энергоемкости технологического процесса в качестве альтернативы приходят «безавтоклавные» методы формования, способные обеспечить требуемые технологические параметры. К ним относят RTM-технологию, RFI, вакуумную инфузию. В последнее время метод вакуумной инфузии (VARI) является одним из самых популярных методов изготовления изделий из ПКМ [1,2].

Применение предварительного моделирования процесса формования изделия для увеличения технологичности производственного процесса является целесообразным, так как позволяет снизить затраты и время на расчет параметров и всех явлений, которые происходят в детали в процессе формования.

Для оптимизации схемы пропитки и моделирования процесса отверждения изделия применяют следующие программные продукты: PAM-RTM (ESI Group), Thermokinetics 3 (NETZSCH).

Пропитка изделия из углепластика проводилась связующим на основе эпоксидной новолачной смолы, ангидридного отвердителя и нового фосфониевого ускорителя отверждения.

Вязкость разработанного связующего для моделирования задавалась как функция, зависящая от температуры, времени и степени конверсии.

В программе Thermokinetics 3 (Netzsch) производился подбор оптимального режима отверждения исследуемого связующего.

Таким образом, подобраны температурно-временные режимы на основе предварительного моделирования, которые позволяют проводить формование изделия без существенного перегрева связующего.

Данная работа проводилась при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках выполнения проекта с уникальным идентификатором RFMEFI57717X0262

Список литературы

1. Баженов С.Л. Полимерные композиционные материалы / С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян. − Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. – 352 с.
2. Баурова Н.И. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин: учеб.пособие / Н.И. Баурова, В.А. Зорин. – М.: МАДИ, 2016. – 264 с.
5. Хамидуллин О. Амирова Л. Оптимизация режимов формования на основе кинетических моделей Вестник технологического университета 2018г.

Поиск перспективных направлений повышения рабочих температур жаростойких покрытий силицидного типа

Мананникова А.И.
Научный руководитель — к.т.н. Астапов А.Н.
МАИ, Великие Луки
alisa.manannikova98@gmail.com

Углеродные композиты (Cf/C, Cf/SiC и др.) являются одними из наиболее перспективных жаропрочных материалов для изготовления теплонапряженных элементов изделий ракетно-космической техники. Однако в кислородосодержащих средах их применение ограничено склонностью углерода к окислению, начиная с температур ~ 400°C, и недостаточной жаростойкостью керамических матриц, что приводит к потере материалами механических свойств. В скоростных высокоэнтальпийных потоках газов деградация их структуры существенно усугубляется в результате одновременного протекания термохимических процессов (окисление, катализ) и эрозии. Увеличение рабочих температур композитов является высокоактуальной задачей современного материаловедения.

В МАИ эта задача решается посредством нанесения на поверхность материалов жаростойких самозалечивающихся покрытий системы Si-TiSi2-MoSi2-TiB2 [1, 2]. Покрытия обеспечивают эффективную защиту углеродных композитов от окисления и эрозии вплоть до температур на поверхности Tw ~ 1800-1820°C в условиях обтекания и неравновесного нагрева гиперзвуковыми потоками плазмы с числами Маха M = 5-6 и энтальпией 40-45 МДж/кг. При повышении температур наблюдается нарушение сплошности оксидной пленки из-за образования на границе раздела «пленка – неокисленное покрытие» и выхода наружу газообразных продуктов окисления (преимущественно SiO), особенно в условиях значительного внешнего разрежения (Pw ≤ 0,1 атм.) [2]. Процесс окисления переходит от пассивного к активному режиму, и покрытия теряют работоспособность.

С целью повышения рабочих температур жаростойких покрытий указанной системы начат поиск перспективных направлений совершенствования их химического и фазового составов. Основное внимание, на наш взгляд, следует сосредоточить на процессах формирования и трансформации гетерогенных оксидных пленок при окислении покрытий. Известно [3], что боросиликатные стекла, содержащие оксиды переходных металлов IV-VI групп периодической системы, в том числе TiO2 и MoO3, обладают сильной тенденцией к разделению фаз (несмешиваемостью). Гетерогенные оксидные системы характеризуются ростом температур ликвидус и повышенной вязкостью. В свою очередь, увеличение вязкости снижает скорость диффузии кислорода через оксидную пленку согласно соотношению Стокса-Эйнштейна. Другим потенциальным преимуществом гетерогенных силикатных пленок является некоторое снижение уровня давления насыщенных паров по сравнению с гомогенными пленками. Однако следует принимать во внимание, что каталитическая активность гетерогенных силикатных систем будет выше, чем у аналогичных гомогенных.

Заслуживают внимания результаты работ Jacobson N.S. и др. [4] по изучению силикатов в системах RE2O3-SiO2 (RE – металл из группы редкоземельных элементов, включающей скандий, иттрий, лантан и лантаноиды), направленных на повышение работоспособности EBC-покрытий для защиты от воздействия окружающей среды (воздух, продукты сгорания топлив, пары воды). Отмечается более высокая термодинамическая стабильность силикатов по отношению к соответствующим бинарным оксидам и снижение в них термохимической активности кремнезема, что свидетельствует об уменьшении давлений паров SiO. По утверждению авторов, особый интерес представляют силикаты Y, Yb, Lu и Gd. Стабильность силикатов связывается с их кислотно-щелочной химией (ионный потенциал катиона металла, оптическая основность) [5] и требует глубокого осмысления для возможного применения в задачах модифицирования покрытий системы Si-TiSi2-MoSi2-TiB2.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 17-08-01527-а).

Список литературы

1. Терентьева В.С., Астапов А.Н. Концептуальная модель защиты особожаропрочных материалов в гиперзвуковых потоках окислительного газа // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2017. – № 3. – С. 51–64. DOI: 10.17073/1997-308X-2017-3-51-64.

2. Астапов А.Н., Африди А.Р., Жестков Б.Е., Репин А.О., Терентьева В.С. Выявление механизма разрушения покрытий системы Si-TiSi2-MoSi2-B-Y-SiC на УКМ в гиперзвуковых потоках плазмы // Материалы XX Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. Т. 1. Яропо́лец, 17 – 21 февраля 2014 г. – М.: ООО «ТР-принт», 2014. – С. 10–12.

3. Opeka M.M., Talmy I.G., Zaykoski J.A. Oxidation-based materials selection for 2000 C + hypersonic aerosurfaces: Theoretical considerations and historical experience // Journal of materials science. – 2004. – Vol. 39, No. 19. – P. 5887–5904. DOI: 10.1023/B:JMSC.0000041686.21788.77.

4. Costa G.C.C., Jacobson N.S. Mass spectrometric measurements of the silica activity in the Yb2O3–SiO2 system and implications to assess the degradation of silicate-based coatings in combustion environments // Journal of the European Ceramic Society. – 2015. – Vol. 35, No. 15. – P. 4259–4267. DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2015.07.019.

5. Navrotsky A. Repeating patterns in mineral energetics // American Mineralogist. – 1994. – Vol. 79, No. 7–8. – P. 589–605.

Зависимость механических свойств смесевых пленок хитозан/гидроксиэтилцеллюлоза от соотношения компонентов и способа смешения

Мельников И.С., Бирдибекова А.В., Курьянова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва
support-rubick@yandex.ru

В настоящее время смеси природных полимеров представляют большой интерес для изучения из-за способности разлагаться в естественных условиях на безвредные для окружающей среды вещества. С этой точки зрения перспективными для использования в качестве компонентов таких смесей являются целлюлоза и хитин – наиболее распространенные в природе полисахариды. Хитозан – катионный полисахарид, полученный путем частичного деацетилирования хитина. Он содержится в панцирях ракообразных, грибах, в экзоскелете насекомых. Хитозан широко применяется в медицинской, косметической и пищевой промышленности, однако сам полимер является хрупким, что затрудняет его применение. Эту проблему можно решить смешением хитозана с полимером, имеющим хорошую пленкообразующую способность, например с гидроксиэтилцеллюлозой – неионогенным простым эфиром целлюлозы, содержащим гидроксильные группы. Цель работы заключалась в оценке влияния метода смешения и сравнении механических свойств смесевых пленок хитозан/гидроксиэтилцеллюлоза при различном соотношении компонентов.

В работе использовали гидроксиэтилцеллюлозу (ГЭЦ) марки Natrosol 250 (Ashland, США) и хитозан (ММ – 80 кДа, СА – 0,15), полученный в ИСПМ РАН методом твердофазного синтеза. Для приготовления смесевых пленок использовали 1 мас. % растворы хитозана в 2% CH3COOH и ГЭЦ в воде. Смешение растворов производили при помощи ультразвуковой (УЗ) обработки (И-10/0.63, ИНЛАБ, Россия) в течение 3 минут при частоте 23 кГц или механическим перемешиванием на верхнеприводной мешалке R50D (IKA, Германия) при скорости вращения 500 об/мин в течение 10 минут. Вязкость исходных растворов и их смесей при различных соотношениях компонентов и способах смешения определяли с помощью вискозиметра EMS-1000 (Kyoto Electronics, Япония). Пленочные материалы получали методом полива, сушили в беспылевом шкафу и выдерживали в эксикаторе над насыщенным раствором (NH4)2SO4. Деформационно-прочностные свойства пленочных образцов исследовали на разрывной машине AGS-H (Shimadzu, Япония) со скоростью 1 мм/мин.

Изучение деформационно-прочностных свойств пленочных материалов показало, что наиболее прочным и жестким компонентом смесей является хитозан. Было установлено, что в результате смешения хитозана с ГЭЦ полученные смесевые пленки становятся более эластичными вне зависимости от метода смешения и обладают большим процентом удлинения. Наибольшее удлинение было достигнуто при соотношении компонентов 80:20 (ГЭЦ:хитозан) для обоих случаев смешения. При соотношении 20:80 при механическом перемешивании смесевые пленки обладают самой высокой прочностью при разрыве и наибольшим модулем Юнга (больше только у хитозана). Однако в случае смешения при помощи УЗ-обработки наибольшие показатели прочности и модуля Юнга пленок были достигнуты при соотношении компонентов 50:50, но в целом деформационно-прочностные характеристики таких пленок ниже, чем у пленок, полученных при помощи механического перемешивания. Таким образом, можно сделать заключение, что при механическом перемешивании пленочные образцы обладают более высокой прочностью при разрыве и удлинением. С увеличением содержания хитозана в смеси у пленок возрастает прочность и модуль упругости, но они становятся менее эластичными.

Авторы выражают глубокую благодарность за помощь в проведении исследований к.х.н. Г.П. Гончарук (ИСПМ РАН).

Применение инфузионной технологии изготовления композиционных материалов в авиационной промышленности

Морозов Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Афанасьев А.Ю.
КНИТУ-КАИ, Казань
morozov-d97@mail.ru

Россия, как прежде Советский Союз, всегда была и является одной из ведущих держав в авиационной промышленности. Высокие требования к качеству летательных аппаратов и внедрение новейших технологий самолетостроения способствуют удержанию лидерства на мировом рынке в

отрасли авиастроения. Ярким примером, большим скачком в эволюции отечественного и мирового авиастроения является новейший российский среднемагистральный пассажирский самолет МС-21 (Як-242), построенный по последним достижениям и наработкам в области авиа- и двигателестроения. В конструкции данного самолета применены современные технологии сборки и изготовления элементов конструкций, доля композиционных материалов которых равна 40%.

Композиционные материалы – это материалы, которые состоят из двух, трех и более материалов, объединение которых способствует достижению полезных и выгодных характеристик в применении этих материалов. Основными материалами при этом выступают углепластик, стеклопластик и разного рода металлические сплавы. Например, крылья МС-21 практически целиком изготовлены из цельных углепластиковых панелей, выполненных благодаря инфузионной технологии. Важнейшим фактором при изготовлении композиционных материалов является стоимость, и главное преимущество МС-21 заключается в использовании недорогой инновационной технологии. Такая технология представляет собой объединение материалов, пропитанных клеевым составом, в единое целое под воздействием вакуума и температуры. Сперва из сухой углеродной ленты создается преформа детали, которая затем помещается в термоинфузионную установку, где происходит пропитка полимерным связующим и при повышенных температурах идет процесс полимеризации. Крылья данного типа изготавливаются в цехах авиационного завода «АэроКомпозит-Ульяновск».

Благодаря композиционным материалам снижается масса летательного аппарата и повышается его коррозионная стойкость. Расход топлива американского Boeing 737 Max и французского Airbus A320 Neo имеют экономию от 13% до 18% по сравнению с ранними аналогами. Согласно расчетам экспертов, российский самолет экономит до 24% горючего. Кроме того, композиционные материалы открывают возможность проектировать длинные крылья (длина крыла МС-21 равна 18 м.). Такое образованное суперкритическими профилями крыло позволяет значительно повысить аэродинамическое качество без применения винглетов.

Винглеты – это законцовки крыла самолета, предназначенные для снижения индуктивного сопротивления, которое образуется из-за концевых вихрей в зонах турбулентности. При этом удается снизить расход топлива на 7% и, соответственно, увеличить дальность полета. Аэродинамическое качество на крейсерских скоростях полета (число $M \geq 0{,}8$) у МС-21 выше на 5-6%, чем у лучших современных аналогов.

Созданием этого «самолета 21-го века» занимается ПАО «Корпорация "Иркут"». Уникальная инфузионная технология создания композиционных материалов открывает возможность создания нового поколения авиационной техники, которое будет превосходить предыдущие по многим важнейшим для авиации показателей, а именно: масса самолета, расход топлива, дальность полета, прочность планера и всех конструкций в целом, и, конечно же, позволяет повысить качество и безопасность полетов на такой технике.

Численная и экспериментальная оценка межслоевой трещиностойкости стеклокомпозитов с использованием метода когезионной зоны

Новиков Г.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бабаевский П.Г.
МАИ, Москва
ngv92@mail.ru

С каждым годом в авиастроении увеличивается применение слоистых полимерных композитов (ПКМ) на основе жестких полимерных матриц, в том числе стеклокомпозитов (СКМ), обладающих относительно высокой прочностью, устойчивостью к знакопеременным нагрузкам и тепловым ударам, радиопрозрачностью и коррозионной стойкостью. Такие композиты обладают резко выраженной анизотропией свойств при низкой межслоевой трещиностойкости. Чтобы минимизировать этот недостаток и повысить надежность изделий из СКМ в условиях эксплуатации, необходимо правильно оценивать и прогнозировать устойчивость материалов и конструкций к возникновению и росту существующих и зарождающихся трещин.

К слоистым СКМ на основе жестких полимерных матриц применимы классические методы макро- и микромеханики трещин (линейной упругой механики разрушения, ЛУМР), позволяющие аналитически оценивать глобальные энергетические и силовые и локальные деформационные параметры межслоевых трещинодвижущих сил, условия инициирования и роста трещин и параметры трещиностойкости материала при сравнительно простой геометрии образцов и элементов конструкций, а также дефектов в них. При сложной конфигурации материалов и дефектов аналитическое определение данных параметров достаточно сложно или не представляется

возможным. Решение этих проблем в настоящее время основывается на сочетании подходов ЛУМР и численных методов, в первую очередь, метода конечных элементов (МКЭ). Такое сочетание стало возможным и эффективным при использовании представлений, впервые развитых Баренблаттом в микромеханике трещин, о развитии в месте концентрации напряжений, в том числе вблизи вершины трещины, зоны локального хрупкого предразрушения, сдерживающей инициирование и рост трещины и называемой когезионной зоной (КЗ). Поведение КЗ определяется зависимостью локального напряжения от деформации в зоне, называемой законом когезионной зоны (ЗКЗ). Имплантация метода 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 сложной конфигурации как самого материала, так и дефектов в нем.

В данной работе полученная с помощью пакета прикладных программ ANSYS и имплантации МКЗ в МКЭ численная 3D-модель процесса расслоения стандартного образца слоистого ПКМ в виде двухконсольной балки (ДКБ) использована для нахождения оптимальных параметров моделирования и установления корреляции между расчетными и экспериментально полученными данными для образцов СКМ. Для минимизации объема вычислений с обеспечением достаточной их точности при численном моделировании расслоения образца слоистого СКМ была использована методика 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 (GIC) и локальной прочности сцепления слоев ПКМ (σIC). Определенное экспериментально значение lcz для СКМ равно 3,2 мм. Численные расчеты зависимости нагрузки в образце ДКБ из СКМ от смещения при раскрытии КЗ в 3D модели с использованием различных размеров ККЭ, расположенных на длине КЗ (2 мм, 0,8 мм, 0,5 мм и 0,1 мм), и их количества (1,6, 4, 6,4 и 32) соответственно показали, что оптимальное количество ККЭ в ланом случае может быть принято равным 4, т.е. их оптимальная длина равной 0,8 мм. Эти параметры при моделировании обеспечивают допустимый объем вычислений при погрешности определения нагрузки, приводящей к началу роста трещины, не превышающей 5 % по сравнению с экспериментально определенными значениями.

Прецизионное полирование ситалловых изделий раствором коллоидного оксида кремния (IV)

Паршин Ф.И., Рукавичкин Н.А.
АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина», Обнинск
fed.parshin@gmail.com

Электронные приборы являются неотъемлемой частью практически всех видов боевой техники наземного, морского, воздушного и космического базирования и определяют ее основные тактико-технические характеристики. Одним из основных компонентов электронных приборов являются пленочные микросхемы на различных типах подложек, в том числе и на подложках из стеклокристаллического материала (ситалла).

Основным требованием к изделиям данного типа является шероховатость рабочей поверхности. Исследуемые изделия должны соответствовать 14-му классу чистоты поверхности, разряда «в», а именно Rz $\leq$ 0,032мкм. Данные значения шероховатости достигаются только посредством прецизионной полировки.

Для решения таких задач традиционно использовались полировальные агенты, такие как полирит, полировальные пасты, суспензии и порошки. В качестве материалов полировальников чаще использовались различные виды сукна, войлока, кожи, замши и различные тканые материалы [1]. Однако эти материалы на практике показывают неудовлетворительные результаты.

Таким образом целью нашей работы было оценить качественные и технологические параметры полировки коллоидным раствором оксида кремния (IV) и полиуретановым материалом в качестве полирующего агента и полировальника соответственно подложек из ситалла СТ 50-1. Для исследования было сформировано 3 группы полировальных инструментов:

1. Лавсан – алмазная суспензия, размер зерна 6–12;
2. Лавсан – алмазная паста, размер зерна 10–14;
3. Полиуретановый материал –-кремнезоль.

Все материалы подвергались обработке в одинаковых условиях, с одинаковой скоростью в течении 3 часов, без дополнительного давления.

Полировка ситалловых изделий группами инструментов 1 и 2 обеспечивает неравномерный и недостаточный съем (5–10 мкм), шероховатость получаемой поверхности Rz=0,07–0,09 мкм. Так же при визуальном осмотре наблюдаются риски, царапины, точки, раковины.

Полировка изделий 3-й группой инструментов обеспечивает равномерный съем (12–15 мкм), шероховатость поверхности Rz=0,019-0,028 мкм. При визуальном осмотре грубые дефекты не обнаружены.

Использование полиуретанового материала и кремнезоля для полировки ситалловых подложек значительно улучшает качество обрабатываемой поверхности. Отличительной особенностью полировки изделий коллоидным раствором оксида кремния (IV) является их постоянное пассивное охлаждение. Тогда как при полировке пастами или суспензиями с непостоянной подачей полирующего агента в связи с сильным нагревом необходимо дополнительное охлаждение, что негативно сказывается на технологичности процесса.

На основании анализа полученных данных сделан вывод о преимуществе применения раствора кремнезоля и полиуретанового полировальника для прецизионного полирования стеклокристаллических изделий.

Литература

Ивенин С. В. Обработка пластин монокристаллического карбида кремния // Вестник мордовского университета. 2015. Т. 25, №4. С. 37-50.

Разработка многостеночных панелей авиационного назначения

Петрунина Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Халиулин В.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
e-petrunina96@mail.ru

Композиционные материалы на сегодняшний день широко используются во многих сферах. И немаловажную роль играют в применениях военного, гражданского авиастроения и космической промышленности за счет механических характеристик и малого веса. Это все приводит к облегчению конструкции самолета, благодаря чему улучшается экономическая эффективность. Поэтому разработка различных видов панелей для агрегатов самолета/вертолета будет актуальной на протяжении долгого времени [1].

Интересными для рассмотрения являются многостеночные конструкции с легким пенопластовым заполнителем. За рубежом эта тема активно развивается. В связи с этим авторами было принято решение изготовить многостеночную панель, которая включает в себя оправку из вспененного заполнителя, оплетеного углеволокном, и обшивки [2].

Были спроектированы несколько вариантов будущих изделий и рассмотрены различные технологии изготовления. Далее были получены образцы размером 80х180 (размеры были получены из ASTM C 393-00, ASTM C 364-99). После изготовления образцов многостеночной панели были проведены испытания на продольный, поперечный изгиб и продольное сжатие. Интересно было сравнить многостеночную конструкция с сотовой. Для этого были изготовлены образцы с сотовым заполнителем таких же размеров. Соты по плотности подбирались подобными плотности пенопластового заполнителя.

Согласно результатам проведенных испытаний, были сделаны следующие выводы: по удельной прочности на продольный изгиб и сжатие многостеночная конструкция превзошла сотовую в 2,5 и в 2,3 раза соответственно. Однако на поперечный изгиб сотовая конструкция работает лучше, но ненамного – в 1,3 раза по удельным характеристикам.

Данная работа проводилась при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках выполнения проекта с уникальным идентификатором RFMEFI57717X0262.

Список литературы

1. Anil Uzal // A composite sandwich plate with a novel core design // Anil Uzal, Fazil O. Sonmez, Fatih E. Oz, Kenan Cınar, Nurı Ersoy // Composite Structures– 2018 – 33 C.

2. Guo-dong Xu // Mechanical response of carbon/epoxy composite sandwich structures with threedimensional corrugated cores // Guo-dong Xu, Zhi-hai Wang, Tao Zeng, Su Cheng, Dai-ning Fang // Composites Science and Technology. – 2018. - 23C.

Влияние стереорегулярности олиголактида на структуру и свойства гидрогелей на основе привитых сополимеров хитозана с олиголактидами

Попырина Т.Н., Балабанова Т.В.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва
tanjapopyrina@yandex.ru

Создание функциональных полимерных материалов является одним из основных направлений различных областей науки и техники от биомедицины до аэрокосмической отрасли. Свойства материалов существенно зависят от способа формования, но ключевым фактором является химическая структура полимера. Хитозан – линейный полисахарид – является ценным природным биосовместимым полимером, который имеет потенциал применения в биомедицине в качестве сорбента, в т.ч. тяжелых металлов, биодеградируемых матриксов для роста клеток или тканей и т.д. Модификация химической структуры хитозана позволяет регулировать физико-механические свойства, а также биологическую активность материалов на его основе.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния стереорегулярности олиголактида, привитого на хитозан, на структуру и свойства термически сшитых макропористых гидрогелей на основе сополимеров хитозана с олиголактидами. Сополимеры хитозана (ММ 60 кДа, СД 0.9) с олиго(L,L-лактидом) или олиго(L,D-лактидом) (ММ 5кДа) были получены методом твердофазного синтеза. Гидрогели из исходного хитозана и его сополимеров получали путем замораживания (–15°С) их 2% или 4% растворов в 2% CH3COOH и последующей лиофильной сушкой. Для перевода полученных макропористых образцов в нерастворимую форму их прогревали в термошкафу при 150°С в течение 5 ч, отмывали водой от несшитых фрагментов и сушили лиофильно. Несмотря на то, что все образцы после очистки от несшитых фрагментов сохраняли свою форму, эффективность термической сшивки, оцениваемая по содержанию нерастворимой фракции, зависела от наличия привитых фрагментов и их стереорегулярности. Прививка олиго(L,D-лактида) на хитозан снижает эффективность термической сшивки по сравнению с немодифицированным хитозаном в 3 раза, а олиго(L,L-лактида) в 12 раз. Исследование морфологии срезов методом сканирующей электронной и конфокальной лазерной микроскопий показало, что образцы после прогрева и отмывки имеют развитую систему взаимосвязанных пор, а также обладают макропористой 3D-структурой. Структура образца на основе сополимера хитозана с олиго(L,L-лактидом) значительно отличается от двух других – она имеет наибольший размер пор и более широкое распределение пор по размерам, что хорошо согласуется с низкой эффективностью сшивки. Различие в структуре образцов сополимера, содержащих L,L или L,D-фрагменты оликолактида, вероятно, связано с различием во внутри- и межмолекулярных взаимодействиях полимерных цепей.

При проведении предварительных in vitro исследований было показано, что по данным МТТ-теста все типы гидрогелей способны поддерживать рост и пролиферацию мышиных фибробластов (L929) и мезенхимальных стромальных клеток человека (МСК) при культивировании в течение 7 дней. Экстракты, полученные из гидрогелей, не проявляли выраженной цитотоксичности (МТТ-тест). Также гидрогели способствовали остеодифференцировке МСК, которую оценивали по активности щелочной фосфатазы.

Поведение адгезионного соединения на основе кремнийорганического герметика при кратковременном воздействии высоких температур

Приладных Ф.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Салиенко Н.В.
МАИ, Москва
shadows345@gmail.com

В современных авиационных конструкциях наряду с механическими соединениями нашли широкое применение адгезионные соединения. В сравнении с механическими такие соединения имеют ряд существенных преимуществ. Они не требуют нарушения сплошности материала конструкции для установки крепежных элементовй, обеспечивают заданную герметичность, позволяют снизить вес и оптимизировать форму летательных аппаратов. За счет более равномерной передачи усилий адгезионным слоем от одной детали к другой повышается долговечность и надежность соединения, обеспечивается более полная реализация свойств соединяемых материалов. В то же время адгезионным соединениям присущи недостатки: низкая ремонтопригодность, склонность к старению, низкая теплостойкость и устойчивость к термодеструкции. При воздействии

повышеных температур напряжения, возникающие в результате существенного различия в коэффициентах термического расширения субстрата и адгезива, повышают вероятность преждевременного разрушения адгезионного соединения. В связи с этим изучение поведения адгезионных соединений при кратковременном воздействии высоких температур является актуальной задачей.

Целью работы является разработка термо-механической модели и исследование свойств адгезионного соединения на основе кремнийорганического герметика при кратковременном воздействии высоких температур. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: заданы начальные и граничные условия, обоснованы допущения, построена физическая модель, выбран метод расчета, проанализированы полученные данные, проведена их верификация.

Для исследования деформационно-прочностных свойств адгезионного соединения при кратковременном воздействии высокой температуры в качестве базовой была использована классическая модель для определения адгезионной прочности при сдвиге. Модель состоит из двух металлических пластин, склеенных внахлест адгезивом. Расчетные исследования проводились в программном комплексе ANSYS. С помощью метода конечных элементов (МКЭ) исследовали поведение модели при различных температурах, превышающих паспортизованную рабочую температуру кремнийорганического адгезива. Построены зависимости напряжений на границе раздела металл-адгезив от температуры.

В рамках экспериментальных исследований были изготовлены образцы адгезионного соединения: две пластины из титана марки ВТ-20, склеенные внахлест кремнийорганическим герметиком Виксинт У-2-28НТ. Характеристики образцов определялись испытаниями на сдвиг по ГОСТ 14759-69 при повышенных температурах. Проведенный анализ результатов эксперимента и численного моделирования показал хорошую корреляцию расчетных и экспериментальных данных.

Исследование возможности получения отверстий в конструкциях из полимерных композиционных материалов (ПКМ) методом прокалывания листового полуфабриката

Прохорова М.А., Клюшников М.В.
Научный руководитель — Болотин Ю.З.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
marusya.buntarochka@gmail.com

Повышение эффективности и совершенствование технологий в настоящее время является первоочередной задачей во многих отраслях современного производства, в том числе и в производстве изделий ракетно-космической техники (РКТ). Все большее применение в изделиях РКТ находят композиционные материалы (КМ), заменяющие металлические детали и конструкции.

Проектируя композиционные конструкции любого назначения, необходимо выбрать наиболее эффективный и надежный способ соединения отдельных элементов между собой. Сборка изделий с применением КМ отличается от сборки изделий только из металлов.

При соединении высоконагруженных или тонкостенных элементов конструкций обычно применяют клееболтовые, клееклепанные или клеештифтовые соединения, в деталях которых необходимо получать отверстия различного диаметра.

В работе представлен альтернативный сверлению метод прокола отверстий, малоизученный на сегодняшний день. В процессе получения (формования) отверстия происходит раздвигание нитей, а не их перерезание, как в случае сверления, что приводит к увеличению статической прочности композита. Кроме того, за счет уплотнения волокон стенки отверстия увеличивается прочность материала на смятие между крепежным элементом стержня и стенкой отверстия. Таким образом, для полимерно-волокнистых материалов с проколотыми отверстиями величина допустимых напряжений будет выше, чем с просверленными отверстиями, т.к. исходный материал на краю отверстия будет усилен деформированными и искривленными нитями, которые сдвинулись от центра при формовании отверстия.

Для проведения экспериментов использовались образцы из отвержденного и полуотвержденного полимерного композиционного материала (ПКМ). Формование цилиндрических отверстий осуществлялось заостренным металлическим стержнем (индентором). Сверление отверстий выполняли сверлами спиральными. Диапазон диаметров получаемых отверстий находился в пределах области практических диаметров заклепок, винтов и болтов, используемых при сборке соединений в ракетно-космической технике.

После испытаний образцов на разрыв выполнен сравнительный анализ методов прокола и сверления, показывающий преимущества исследуемого нового метода.

Исследования выполнялись в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ (НШ-3778.2018.8) и гранта РФФИ 18-29-18081.

Теплофизические характеристики полимерного композиционного материала, проявляющего эффект памяти формы

Родионова А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Козлов Н.А.
МАИ, Москва
aastronavt@mail.ru

Цель работы состояла в определении теплофизических характеристик ПКМ с ЭПФ на основе углеродных тканей трех марок (УРАЛ Т-1-22А, УТ 900-2,5 и УРАЛ ТР3/2-15 ЭХО) и модифицированного эпоксифенольного связующего. Слоистые ПКМ отпрессованы при температуре 120 ºС и удельном давлении 1 кгс/см2 60 минут.

Для измерения теплопроводности (перпендикулярно слоям ткани) косвенным методом измерений в рабочем диапазоне температур в стационарном режиме нагрева использовали прибор ИТП МГ 4 и установки ВКУ и В13-11. Образцы представляли собой пластины диаметром 70 мм и толщиной 6 мм из ПКМ с ЭПФ. Температурный режим испытаний образцов варьировали от –60 до 180ºС. Максимальная относительная погрешность измерения теплопроводности при температуре 20ºС составила ±8%. Полученные средние арифметические значения коэффициента теплопроводности ПКМ с ЭПФ на основе ткани УТ-900-2,5 составили 0,55 Вт/(м·К), УРАЛ Т-1-22А – 0,59 Вт/(м·К), а УРАЛ ТР 3/2-15 – 0,64Вт/(м·К). Полученные результаты показывают, что тип углеродной ткани не оказывает существенного влияния на коэффициент теплопроводности.

Методом динамического калориметра определили значения удельной теплоемкости с помощью прибора ДСК марки DSC 404 F1 Pegasus. Образцы представляли собой спрессованный порошок, который получали, измельчая исследуемые образцы ПКМ. Образцы нагревали со скоростью 5 ºС/мин в среде аргона при атмосферном давлении до температуры 216ºС. Среднее значение удельной теплоемкости для образцов (при первом нагреве) составило 1355±5 Дж/(кг·К) вне зависимости от типа ткани, причем значение теплоемкости возрастало от 1075±25 Дж/(кг·К) при 40ºС до 1700±100 Дж/(кг·К) при 200ºС для ПКМ на основе ткани марки УРАЛ Т-1-22А и до 1900±25 Дж/(кг·К) для ПКМ на основе ткани УТ-900-2,5. Таким образом, как и в случае теплопроводности, тип ткани существенно не влияет на значения теплоемкости. Часть образцов после охлаждения подвергали повторному нагреву. При повторном нагреве удельная теплоемкость образцов при низких температурах ведет себя практически так же, а при температурах близких к 200ºС снижается на 75 ± 50 Дж/(кг·К).

ТКЛР параллельно слоям ткани измеряли с помощью дилатометра DIL 402 C/1/G при скорости нагрева образцов 2,0±0,1 ºС/мин в среде гелия при давлении 750±15 мм рт.ст. и силе прижатия толкателя 0,15 Н. Для измерений использовали цилиндрические образцы диаметром 6 мм и высотой 25±0,2 мм, вырезанные из ПКМ с ЭПФ. Максимальная относительная погрешность измерения ТКЛР ±5%. Установлено, что значение ТКЛР составляет от –2,79·10-08 до 1,58·10-05 1/К (в диапазоне температур –60÷150ºС). Значения ТКЛР проходят через максимум в диапазоне температур 40–60°С.

Зависимость остаточных напряжений в тонких слоях нитрида кремния от режимов их нанесения методом низкотемпературного плазмохимического осаждения из газовой фазы

Рубцов И.А., Шаталин А.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 пленки различного функционального назначения на основе диэлектрических материалов. Главным достоинством тонких пленок 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 слоев 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 слоев нитрида кремния. Получение тонких слоев нитрида кремния высокотемпературными

методами неразрывно связано с образованием и развитием в них структурных дефектов, перераспределением примесей внутри слоев, а также термической деформацией подложек, что может приводить к снижению выхода годных изделий. В связи с этим все большее распространение получают установки, реализующие низкотемпературный процесс плазмохимического осаждения из газовой фазы (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD).

Но PECVD-процесс 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 пленок нитрида кремния в большинстве случаев не соответствует стехиометрическому соотношению Si:N = 3:4. Перечисленных недостатков удается частично избежать благодаря оптимизации значений основных параметров процесса PECVD в ходе экспериментов.

В качестве объектов исследования в данной работе выступали тонкие (~200 нм) слои нитрида кремния, сформированные методом PECVD на поверхности жертвенного слоя на основе фоторезиста. Из полученных слоев нитрида кремния методами оптической фотолитографии формировались одно- и двухконсольные балки. После вытравливания из-под балок жертвенного слоя происходила их деформация. Измерение уровня деформации балок позволяло оценить изменение остаточных напряжений в тонких слоях нитрида кремния.

В работе определены зависимости уровня остаточных напряжений от изменения следующих параметров:

–температуры формирования нитрида кремния;

–мощности ВЧ-разряда.

Было показано, что при снижении температуры формирования тонких слоев нитрида кремния на 20–30˚С происходит уменьшение остаточных напряжений в них. Данный эффект происходит за счет уменьшения термических остаточных напряжений, возникающих вследствие разницы температурного коэффициента расширения (ТКР) между слоем нитрида кремния и фоторезистом, на поверхность которого он был осажден.

Изменение мощности ВЧ-разряда в процессе формирования тонких слоев нитрида кремния в пределах 20 Вт не привело к какому бы то ни было существенному изменению значений остаточных напряжений.

Исследование влияния давления взрывного прессования на структуру и теплопроводность композиционных материалов фторопласт–алюминий

Савин Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Казуров А.В.
ВолгГТУ, Волгоград
dmitrii-34@yandex.ru

Для повышения прочности при сжатии, износостойкости и снижения ползучести во фторопласт-4 (Ф-4), обладающий уникально низким коэффициентом трения, вводят дисперсные металлы, среди которых перспективен алюминий, обладающий низкой плотностью и высокой теплопроводностью, что позволяет создавать антифрикционные композиционные материалы (КМ) с малым весом, хорошо отводящие тепло от поверхности трения. Для повышения адгезионного взаимодействия между Ф-4 и алюминием перспективно использовать взрывное прессование (ВП). Целью работы являлось изучение влияния давления взрывного прессования на структуру и теплопроводность КМ на основе фторопласта-4, наполненных от 10 до 40 % об. алюминием.

ВП порошковых смесей осуществляли в цилиндрических ампулах. Рассчитанные по параметрам порошковой смеси и заряда взрывчатого вещества давления в ударном фронте составляли P1 = 0,1-0,2 ГПа (низкие) и P2 = 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 по стандартной методике на установке КИТ-02Ц «Теплофон».

Установлено, что плотность КМ, полученных ВП различными давлениями, отличается незначительно и близка к расчетным значениям. Структура КМ монолитна, без пор, пустот и трещин,

частицы алюминия равномерно распределены во фторопластовой матрице, однако после ВП низкими давлениям наблюдается значительное количество каверн, появляющихся при их вырывании в процессе шлифования. При больших увеличениях (более х5000) на структурах СЭМ после ВП более высокими давлениями выявляется характерная структура Ф-4 с чередующимися плотными и рыхлыми (фибриллярными) областями, плотно соединенными с алюминиевой фазой.

Теплопроводность КМ, полученных более высокими давлениями, до 2 раз выше, чем низкими. Причем с увеличением с 10 до 40% алюминия, после ВП более высокими давлениями теплопроводность КМ повышается до 3 раз (с 1,8 до 4,1-5,3 Вт/м•К), а после ВП более низкими давлениями теплопроводность увеличивается не более чем в 1,8 раза (с 1,4-1,5 до 2,1-2,7 Вт/м•К). Наибольший рост теплопроводности, особенно после спекания, происходит при содержании алюминия 30–40%, когда его частицы контактируют между собой.

Таким образом, ВП повышенными давлениями способствует получению КМ с существенно большей теплопроводностью, что связано с усилением адгезионного межфазного взаимодействия, что подтверждается отсутствием в структуре каверн и межфазного расслоения, в результате упрочняющая фаза выполняет функцию узлов сетки, способствующих более эффективному прохождению теплового потока.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта РФФИ и Администрации Волгоградской области № 18-43-340002.

Методы математического моделирования определения нелинейных теплофизических характеристик композиционных материалов

Селиванова О.С.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Колесник С.А.
МАИ, Москва
selivanovaolga93@gmail.com

В качестве тепловой защиты элементов конструкций летательных аппаратов активно используются различные композиционные и графитосодержащие материалы, при этом большинство из них являются анизотропными. Теплопроводность в таких материалах описывается тензором второго ранга, компоненты которого могут нелинейно зависеть от температуры. Компоненты тензора можно определить по измерениям других величин, с помощью математического моделирования обратных задач или задач идентификации.

При решении прямых задач теории теплопроводности температурные поля (следствия) определяются с помощью причинных связей – дифференциальных уравнений, начально-краевых условий, различных коэффициентов. При решении задач идентификации, наоборот – по следствию (чаще по температурным полям) определяются причинные связи. При этом по решению прямых задач имеются сотни и тысячи публикаций, например, Формалева В.Ф.[1-4]. По обратным задачам в изотропных средах можно отметить монографию Алифанова О.М., Артюхина Е.А. и др.[5], а в анизотропных средах следует отметить работы Формалева В.Ф. и Колесника С.А. [7, 8].

Публикации по восстановлению температурных зависимостей компонентов тензоров теплопроводности анизотропных тел автору неизвестны. Это связано с тем, что обратные задачи вообще и коэффициентные обратные задачи в частности являются некорректными, поскольку малым отклонениям экспериментальных данных (входных данных) могут соответствовать значительные погрешности результатов. Разработка методов, усиливающих устойчивость алгоритмов численного решения, является одной из основных проблем обратных задач.

В работе предлагается устойчивый метод восстановления температурных зависимостей тензоров теплопроводности анизотропных тел на основе неявного метода градиентного спуска минимизации квадратичного функционала невязки, построения регуляризирующего функционала и включения его в основной функционал квадратичной невязки и экономичного абсолютно устойчивого метода численного решения прямых и сопряженных задач по определению матрицы чувствительности.

В результате проведенных вычислительных экспериментов по получению компонентов тензоров теплопроводности в виде функции температуры с помощью разработанного метода можно сделать ряд выводов:

1. Без использования регуляризирующего функционала погрешности полученных результатов существенно выше по сравнению с погрешностями в экспериментальных данных.

2. В случае использования процедуры регуляризации минимизируемого функционала – погрешность полученных результатов имеет тот же порядок, что и в экспериментальных данных. Регуляризирующий функционал должен формироваться с использованием априорного

предположения о порядке гладкости восстанавливаемых функций. Таким образом, возможна идентификация нелинейных компонентов из более широкого класса восстанавливаемых функций (существенно немонотонных, при наличии нескольких экстремумов и точек перегиба).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ: №18-01-00446А, и Гранта Президента РФ: МД-1250.2018.8.

Список литературы

1. Формалев В.Ф., Колесник С.А. Математическое моделирование аэрогазодинамического нагрева затупленных анизотропных тел. М.: Изд-во МАИ, 2016.- 160с.
2. Формалев В.Ф., Колесник С.А. Теплоперенос в полупространстве с трансверсальной анизотропией под действием сосредоточенного источника теплоты Инженерно-физический журнал. 2019. Т.92, №1. С. 55-63.
3. Формалев В.Ф., Колесник С.А., Селин И.А. Локально-неравновесный теплоперенос в анизотропном полупространстве под действием нестационарного точечного источника тепловой энергии Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Естественные науки». 2018. №5. С.99-111.
4. Формалев В.Ф., Колесник С.А., Кузнецова Е.Л. Волновой теплоперенос в ортотнопном полупространстве под действием нестационарного точечного источника тепловой энергии Теплофизика высоких температур. 2018. Т. 56. № 5. С.799-804.
5. Формалев В.Ф., Колесник С.А., Кузнецова Е.Л. О волновом теплопереносе в окрестности начального момента времени при интенсивном конвективно-кондуктивном нагреве Теплофизика высоких температур. 2018. Т. 56. № 3. С. 412–416.
6. Формалев В.Ф., Колесник С.А. Методика, алгоритм и программный комплекс по определению теплового состояния охлаждаемых микроракетных двигателей Труды МАИ. 2014. №78.
7. Формалев В.Ф., Колесник С.А. Аналитическое исследование сопряженного теплообмена на границах анизотропных тел Теплофизика высоких температур. 2002. Том 40, №6. С.993-999.
8. Алифанов О.М., Артюхин Е.А., Румянцев С.В. Экстремальные методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1988. 288с.
9. Formalev V.F., Kolesnik S.A. Temperature-dependent anisotropic bodies thermal conductivity tensor components identification method International Journal of Heat and Mass Transfer. 2018. Volume 123. Pages 994–998.
10. Формалев В.Ф., Колесник С.А. Об обратных коэффициентных задачах теплопроводности по восстановлению нелинейных компонентов тензора теплопроводности анизотропных тел Инженерно-физический журнал. 2017. Т.90, №6. С.1371-1379.

Моделирование процесса нагрева плоских актюаторов из полимерных композиционных материалов с эффектом памяти формы

Слюсарев А.А., Шаров К.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агапов И.Г.
МАИ, Москва
rulryuk@mail.ru

Актюаторы из полимерных композиционных материалов (ПКМ) с термостимулируемым эффектом памяти формы (ТС ЭПФ) являются основным элементом шарниров трансформируемых космических конструкций. Такие актюаторы изменяют свою форму под действием тепла, за счет чего происходит разворачивание трансформируемой конструкции из компактно сложенного транспортного состояния в развернутое рабочее. Изменение формы происходит при температуре выше температуры стеклования матрицы ПКМ с ТС ЭПФ при его нагреве с использованием встроенного резистивного нагревателя. При этом важной задачей является исследование температурного поля на поверхности актюатора и его изменение во времени.

Целью данной работы является моделирование температурного поля на поверхности актюатора и его изменения во времени при заданной мощности нагревателя.

Объектами моделирования являлись плоские актюаторы трех типоразмеров (I – 70×70 мм, II – 140×70 мм и III – 210×70 мм) толщиной 4 мм с теплофизическими характеристиками ПКМ с ТС ЭПФ на основе углеродных тканей трех марок: УРАЛ – Т 1-22-А, УТ-900-2,5 и УРАЛ ТР 3/2-15 ЭХО.

Моделирование температурного поля на поверхности актюаторов проводили с помощью программы ANSYS. При этом нагрев моделировали в различных условиях: земных (в воздушной среде при температуре 20 ºС) и космических (отсутствие воздуха и при температуре минус 150 ºС). Предварительно проведенные теоретические расчеты показали, что для нагрева актюаторов до

заданной температуры 170 ºС мощности нагревателей составили 30, 60 и 90 Вт для типоразмеров актюаторов I, II и III соответственно.

В результате моделирования получены цветные изображения температурных полей поверхности актюаторов и их изменения во времени. При заданной мощности нагревателей температурные поля становятся стационарными через 20 минут для всех типоразмеров актюаторов. При этом предельные минимальная (Tmin) и максимальная температуры (Tmax) составили 139 ºС и 161 ºС в земных условиях. В условиях космоса эти температуры равны 200 ºС и 224 ºС.

Для проверки адекватности результатов моделирования проведено экспериментальное исследование процесса нагрева актюаторов в земных условиях. Актюаторы типоразмеров I, II и III со встроенными нагревателями мощностью 30, 60 и 90 Вт изготавливали методом прямого прессования заготовок из препрегов на основе вышеуказанных тканей. Эксперимент проводили с использованием источника тока, фторопластовой пластины подложки и видеокамеры на штативе. Температуру поверхности актюаторов измеряли с помощью трех термопар, установленных в центре и на расстоянии 10 мм от противоположных сторон актюатора.

Результаты эксперимента показали, что предельные значения температур поверхности актюаторов достигаются за 20 минут, при этом Tmax в центре актюатора достигает 165 ºС, а Tmin на краях актюатора 135 ºС. Полученные результаты свидетельствуют о хорошем совпадении предельных значений модельных и экспериментальных Tmin и Tmax и времени их достижения.

Авторы выражают благодарность к.т.н., доценту кафедры ТКМКМ Резниченко Г.М. за помощь в проведении моделирования и исследований.

Разработка универсальной методики неразрушающего контроля деталей ЛА из ПКМ (на примере лонжерона крыла самолета МВ-500)

Тетеревенков Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Минин С.И.
ИАТЭ НИЯУ МИФИ, Обнинск
veterokdimas@gmail.com

При проектировании авиационных конструкций, а именно при сохранении их несущих способностей основной задачей является снижение веса детали, агрегата. Для минимизации веса прежде всего в конструкцию закладываются материалы с максимальными значениями удельной прочности. Значительное преимущество по этому параметру имеют композиционные материалы с полимерной матрицей (ПКМ), например стеклопластики и углепластики. Увеличение доли ПКМ (прежде всего углепластиков) в конструкции самолетов является магистральным направлением развития самолетостроения.

В настоящее время отсеки фюзеляжа, кессона и панели крыла, детали механизации крыла, носки киля и стабилизатора, панели стабилизатора и киля, детали конструкции вертолета, лопатки компрессоров, вентиляторов, винтов, усиливающие накладки корпуса, оболочки монолитной и трехслойной конструкции и многие другие детали самолета выполняются из ПКМ, в том числе из углепластика и стеклопластика, формуемых специальных полуфабрикатов, называемых прегами.

С применением ПКМ при изготовлении силовых элементов конструкций, таких как лонжероны, силовые панели крыла и фюзеляжа, агрегаты стабилизации и управления, предъявляются особые требования к качеству их изготовления и, следовательно, к контролю качества. Требования снижения веса конструкций из ПКМ привели к внедрению интегральных технологий изготовления деталей и агрегатов, при которых формование части или всех входящих элементов конструкции детали или агрегата при их изготовлении производится одновременно со сборкой. В связи с этим произошло увеличение габаритов деталей из ПКМ, что также поставило перед НК новые требования по чувствительности и достоверности контроля.

Следует отметить, что с увеличением габаритов и стоимости детали или агрегата из ПКМ изменилось и отношение к браковке таких изделий. Возросла роль технологий ремонта изделий, которые бы не изменяли несущую способность и надежность изделий в случае их ремонта. Это, в свою очередь, накладывает на методы НК необходимость предоставления полной информации о дефекте: его типе, глубине залегания, размерах и т. п.

Лонжерон – это основной силовой элемент конструкции крыла самолета, воспринимающий большую нагрузку в процессе полета. От его качества зависит надежность самолета в целом. Именно поэтому качественный НК лонжерона важен и актуален в наши дни.

Среди методов контроля деталей из ПКМ и многослойных клееных конструкций акустические методы по объему применения занимают первое место. Эти методы основаны на взаимодействии

упругих колебаний и волн широкого диапазона частот с контролируемой деталью или конструкцией. Дефектоскопия является наиболее оптимальным вариантом контроля, в связи с тем, что она не требует разрушения контролируемого образца и предусматривает возможность дальнейшей эксплуатации объекта. Применение методов дефектоскопии также способствует значительной экономии материальных и временных ресурсов.

Цель работы – разработка универсальной методики контроля деталей ЛА из ПКМ. Как пример взят лонжерон крыла самолета МВ-500. Он, как и большинство элементов самолета, изготавливается из ПКМ с применением термореактивного связующего. Для самого лонжерона, как и для его комплектующих, были разработаны акустические методы НК, такие как импедансный, эхо-импульсный и теневой. Эти методы подходят под свойства и конструкцию лонжерона и на практике показали высокую выявляемость дефектов.

Методика исследования формообразующих свойств армирующих тканей для производства конструкции летательных аппаратов

Тун Лин Хтет
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
tunlinhtet64509@gmail.com

В наше время применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) постоянно расширяется в производстве изделий в авиационной и космической технике, что связано с уникальным комплексом их свойств. При изготовлении деталей из полимерных композитов используются стандартные технологии формования: вакуумная инфузия и инфузия под давлением. Основными процессами этих технологий являются изготовление смол, схема армирования, процесс пропитывания и отверждения. Потери физико-механических свойств могут происходить при выполнении этих процессов, особенно при выкладке ткани на поверхности оснастки, которая имеет сложную конфигурацию. Для оптимизации процесса пропитывания использована программа PAM-RTM, которая позволяет определить положение подачи связующего. Механические свойства полученных изделий во многом зависит от схемы армирования тканей. При выкладке тканей на поверхность оснастки пористость и коэффициент проницаемости ткани изменяются. В работе приведено аналитическое вычисление и моделирование для определения пористости ткани в зависимости от типов переплетения. Существуют разные типы переплетения, в том числе исследованы схемы полотняного, сатинового, саржевого и трехмерного переплетений.

Приведена методика для определения трехмерных коэффициентов проницаемости тканей. Разработана математическая и геометрическая модель ячейки ткани для определения объемной доли волокна. Моделирование многослойных композитных пакетов проведено в программе DFMA. Полученные результаты показали, что объем содержания волокна в ткани с полотняным плетением составляет 0,45, саржевым – 0,41 и сатиновым – 0,36. Эти полученные результаты использованы для моделирования процесса пропитывания в программе PAM-RTM. Проведен процесс пропитывания пластины размером 400ммх400мм с различными величинами давления подачи связующего с вязкостью 0,15Па□с. Результаты моделирования позволили установить, что 3D-ткань быстрее пропитывается, чем другие. Среди 2D-тканей образцы с сатиновым плетением имеют наиболее высокую пористость, которая позволяет уменьшить продолжительность процесса формования. Продолжительность процесса пропитывания уменьшается с ростом давлении подачи смолы.

Сравнительный анализ между теоретическим и экспериментальным исследованием процесса пропитывания проведен с учетом коэффициента проницаемости по координатам X, Y, Z. Установлено, что коэффициент проницаемости по направлению Z необходимо учитывать при увеличении толщины многослойных пакетов более 4 мм.

Оценка устойчивости к инициированию и росту трещин клеевых соединений с использованием модели когезионной зоны и метода конечных элементов

Устинов А.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Козлов Н.А.
МАИ, Москва
ustinershovskiy@yandex.ru

В современных несущих конструкциях авиакосмической техники все более активно применяются клеевые соединения (КС) металлических и композитных материалов. К их преимуществам по сравнению с механическими соединениями относятся выигрыш в весе и трудоемкости, а также

герметичность клеевых швов, а к недостаткам – их низкая устойчивость инициированию и росту трещин (трещиностойкость). Различные подходы линейной упругой макро- и микромеханики разрушения (ЛУМР) позволяют теоретически и экспериментально оценивать параметры трещиностойкости и критерии адгезионного разрушения КС жестких конструкционных материалов только в случаях простых конфигураций соединяемых элементов и заданных начальных дефектов или трещин при тонких и упругих клеевых слоях. При сложной конфигурации конструкций и дефектов или трещин при толстых клеевых слоях аналитическая оценка трещиностойкости КС классическими подходами ЛУМР затруднена или невозможна. Поэтому в настоящее время такие задачи решаются имплантацией в метод конечных элементов (МКЭ) с использованием пакетов прикладных программ ANSYS® или ABAQUS® микромеханической модели когезионной зоны (МКЗ), предложенной в рамках ЛУМР Баренблаттом, в которой дефект или вершина существующей трещины рассматривается как зона предразрушения соединения с сохранением действия сдерживающих (когезионных) сил. Такой подход позволяет оценивать устойчивость КС не только к инициированию и росту существующей трещины, но и к ее зарождению в месте концентрации напряжений.

В нашей работе МКЗ в сочетании с МКЭ использована в пакете прикладных программ ANSYS®. При этом КЗ представляет собой тонкий слой между пластинами субстрата, поведение которого при нагружении образца при растяжении (по моде I) описывается экспоненциальным законом когезионной зоны (ЗКЗ) – зависимостью локального напряжения от деформирования (раскрытия) зоны. В МКЭ получение достоверных численных результатов с использованием МКЗ связано с плотностью сетки конечных элементов, так как напряжения в КЗ должны быть точно представлены ими в этой зоне, т.е. сетка конечных элементов должна быть достаточно мелкой, чтобы по длине КЗ располагались необходимое число специальных интерфейсных элементов (ИЭ).

Для определения оптимального количества конечных элементов в данной работе моделирование проводили при различной длине ИЭ, которую рассчитывали по длине когезионной зоны, определяемой по классической формуле Баренблатта с учетом эффективного модуля упругости склеиваемых пластин (E), а также значения локальной адгезионной прочности КС (σ_{IC}), т.е. максимального напряжения в ЗКЗ, и интенсивности высвобождения упругой энергии при росте трещины (G_{IC}). Для экспериментального определения G_{IC} использовали образцы КС листов алюминиевого сплава Д-16 толщиной 2 мм и тонких слоев наполненных клеев марок ЭПК-1, ВК-9, К-300-61 в виде пластин шириной 20 мм и длиной 120 мм с заданной краевой трещиной, так называемые образцы двухконсольной балки (ДКБ), хорошо описываемые в рамках ЛУМР и широко используемые на практике при исследовании слоистых материалов и КС. Образцы ДКБ с наклеенными уголками для закрепления в зажимах разрывной машины испытывали при растяжении за края трещины со скоростью движения траверсы разрывной машины 0,5 мм/мин, получая кривую в координатах усилие P – раскрытие трещины Δ. Начальную длину трещины определяли с помощью катетометра. По максимальной нагрузке, соответствующей началу критического роста трещины, с учетом ее начальной длины и геометрических параметров образца ДКБ, рассчитывали величину G_{IC}. Для экспериментального определения локальной адгезионной прочности КС при отрыве (σ_{IC}) склеивали две пластины алюминиевого сплава размером 40х20 с алюминиевыми уголками для закрепления в захватах разрывной машины. После нанесения клеевого слоя в зоне склеивания прокладывали фторопластовую пленку толщиной 10 мкм с вырезанным в центре квадратом 10×10 мм. Отверждение клеев после закрепления пластин осуществляли по тем же режимам, что и при получении образцов в виде ДКБ. Образцы разрывали при заданной скорости движения траверсы разрывной машины (0,5 мм/мин), и по максимальному значению усилия и площади склейки рассчитывали σ_{IC}.

Полученные данные использовали в 3D-модели ДКБ образца клеевого соединения алюминиевых пластин, нагружаемого по моде I с экспоненциальной формой ЗКЗ. Размеры модельного образца аналогичны размерам физического образца. После запуска программы виртуальный образец расслаивается под действием нагрузок, что фиксируется в виде кривых нагрузка – раскрытие трещины у ее концов.

Сопоставление результатов экспериментальных исследований и численного моделирования показали возможность эффективного использования МКЗ в МКЭ для оценки разрушения КС в результате возникновения и роста трещины с минимизацией объема вычислений за счет оптимизации количества ИЭ при использовании экспериментальных данных о реальной длине КЗ в заданном типе КС.

Разработка технологии получения теплопроводных углеродных пен методом карбонизации с летучим порообразователем

Фаткуллин А.Р., Шаяхметов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Галимова Н.Я.
КНИТУ-КАИ, Казань
urmyfood@gmail.com

Предлагаемый метод основан на лабораторной технологии получения синтактических углеродных пен с использованием карбонизации каменноугольных или нефтяных пеков, причем в состав смеси вводятся летучие при температурах выше 600°С вещества, испаряющиеся после перехода в жидкое состояние.

В качестве основного исходного компонента используется каменноугольный или нефтяной пек и мезофазные микросферы, полученные термообработкой исходного пека до температуры мезофазообразования (400-500°С) с последующей экстракцией растворимой части в толуоле. Для повышения прочности изделия в исходный пек могут быть добавлены углеродные микро- и наночастицы в виде тонкоизмельченной сажи, углеродных нанотрубок. В качестве порообразователя применяют поваренную соль (NaCl).

На начальной стадии проводят смешивание компонентов методом совместного помола в шаровой мельнице в течение 7 мин, после чего мельницу разгружают и пробу извлекают. Затем пресс-порошок формуют в обогреваемую глухую матрицу и формуют при давлении прессования 2 тс в течение 3 мин. Полученную формованную заготовку извлекают и подвергают карбонизации. Полученные образцы «зеленой» пены заворачивают в двойной слой бумаги, помещают в стальной контейнер, засыпают слоем графитированного боя, сверху которого насыпают слой высокотемпературного каменноугольного пека, накрывают стальной крышкой и помещают в муфельную печь, снабженную терморегулятором с возможностью контроля скорости нагрева, температуры нагрева и времени выдержки. Образцы в стальном контейнере нагревают со скоростью 2,5±0,5°С/мин до температуры 900°С с выдержкой при конечной температуре 120 мин., после чего печь выключают и охлаждают до температуры 60±40°С (~ 12 ч). Образцы извлекают и контролируют габаритные размеры, усадку, кажущуюся плотность, предел прочности при сжатии, коэффициент теплопроводности.

Полученные образцы помещают в графитовые тигли с крышками и насыпают засыпку. Тигли помещают в электровакуумную печь, откачивают внутреннее пространство печи до остаточного давления 1 мм рт.ст. Печь в течение 8 ч нагревают до температуры 2100°С, проводят выдержку в течение 2 ч и затем охлаждают естественным образом. Образцы извлекают и контролируют потерю массы, кажущуюся плотность, твердость.

Для проведения графитизации полученные образцы помещают в графитовые тигли с крышками, которые помещают в печь графитации с температурой 2700°С и выдерживают не менее 60 мин. Образцы извлекают и контролируют потерю массы, кажущуюся и истинную плотность, истинную плотность, предел прочности и модуль упругости при сжатии, коэффициент теплопроводности, коэффициент термического расширения, термическую и окислительную стойкость, твердость. Полученные образцы графитированной пены загружают в камеру лабораторной печи пироуплотнения, печь герметизируют, продувают аргоном, после чего образцы нагревают и выдерживают при температуре не менее 1100°С, давлении метана 8-12 мм рт.ст. в течение 20–120 ч. Завершающей стадией является механическая обработка.

Список литературы

1. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. - М.: Химия, 1975. – С. 11-15.

2. Технология получения термостойких высокопрочных углеродных синтактных пен для эксплуатации в экстремальных условиях. Галимов Э.Р., Тукбаев Э.Е., Федяев В.Л., Галимова Н.Я. и др

3. Галимов Е.Р., Тукбаев Е.Е., Федяев В.Л., Галимова Н.Я., Самойлов В.М., Орлов М.А., Бородулин А.С. и Мавлеев И.Р. Технология производства термостойких высокопрочных синтаксических углеродных пен для эксплуатации в экстремальных условиях // IOP Conf. Серия: Материаловедение и инженерия, 2018, вып. 240, № 012062, с. 1-6. DOI: 10,1088 / 1757-899X / 412/1 / 012018.

4. Галимов Е.Р., Федяев В.Л., Галимова Н.Я., Самойлов В.М., Данилов Е.А., Тимощук Е.И., Пономарева Д.В., Находнова А.В. и Орлов М.А. Получение и исследование физико-механических свойств синтаксических углеродных пенопластов // IOP Conf. Серия: Материаловедение и инженерия, 2018, вып. 412, №012062, с. 1-5. DOI: 10,1088 / 1757-899X / 412/1 / 01201931.

5. Получение и исследование физико-механических свойств синтактических углеродных пен Галимов Э.Р., Федяев В.Л., Самойлов В.М., Данилов Е.А. и др.

6. Теплоперенос в синтактных углеродных пористых материалах. Федяев В.Л., Галимов Э.Р., Самойлов В.М.

7. Технология получения термостойких высокопрочных углеродных синтактных пен для эксплуатации в экстремальных условиях. Галимов Э.Р., Тукбаев Э.Е., Федяев В.Л., Галимова Н.Я. и др

Графен – материал, который изменит будущее

Федотова П.И.
МГТУ ГА, Москва
fpi99@yandex.ru

Графен был получен всего несколько лет назад и уже занял ведущее место среди новых суперматериалов.

Этот двухмерный материал с гексагональной кристаллической решеткой отличается необычными механическими и электрическими свойствами. Графен весьма перспективен для реализации в авиастроении.

На сегодняшний день такой наноматериал, как графен, нашел широкое применение в науке и технике, и все благодаря высоким свойствам этого вещества, которые обеспечивают улучшение характеристик других материалов, образующих композитную основу.

Графен не позволяет фюзеляжу воздушных судов обмерзать при воздействии низких температур, что в значительной степени повышает безопасность осуществляемых полетов, и не требует дополнительных вложений в обработку самолетов различного рода антиобледенительными жидкостями и составами.

Графен обеспечивает летательным аппаратам улучшенную аэродинамику, выражающуюся в первую очередь в снижении лобового сопротивления при полете, в частности, силы трения снижаются в среднем от 5% до 7%, что соответственно ведет и к экономии топлива, что уже является достаточно значимым технологическим прорывом для мирового авиастроения.

Применение графена позволяет минимизировать и вес воздушного судна, и хотя эта величина не является значимой, при прочих равных ее также следует учитывать.

Графен существенно повышает прочность и износостойкость частей и деталей фюзеляжа воздушных судов, в частности, при сравнении летательных аппаратов, выполненных с применением обычных материалов, прочность конструкции воздушных судов, выполненных с применением композитных материалов на основе графена возрастает в среднем на 10%, а что касается наиболее подверженных повреждениям крыльев, то при особой технологии можно добиться 60% прироста прочностных показателей.

Единственным негативным моментом применения композитных материалов на основе графена является высокая стоимость использования данного материала, однако ученые полагают, что уже к 2020 году первые самолеты, созданные с применением данной методики, смогут доказать свою эффективность.

Технология получения теплопроводных углеродных пен методом карбонизации пеков под давлением

Фролова А.Б., Гирфанова А.Г., Фаткуллин А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Галимова Н.Я.
КНИТУ-КАИ, Казань
anya3098@mail.ru

Синтактические углеродные пены (СУП) являются гетерогенными системами, состоящими из углерода, материала оболочки микросфер, газовой среды, находящейся в полости микросфер. Отличительная особенность этих материалов состоит в том, что свойства СУП можно варьировать в весьма широком диапазоне за счет изменения пористости, пропорций между связующим углеродным материалом и микросферами, их размеров, состава газовой среды и т. п.

Целью данного исследования является разработка лабораторной технологии получения теплопроводных СУП с коэффициентом теплопроводности до 180 Вт/м·К.

В качестве основного исходного компонента использован 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 при 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 мин. 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 ч. После пироуплотнения образцы пен при необходимости могут подвергаться различным видам механической обработки.

Список литературы

1. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. - М.: Химия, 1975. – С. 11-15.

2. Технология получения термостойких высокопрочных углеродных синтактных пен для эксплуатации в экстремальных условиях. Галимов Э.Р., Тукбаев Э.Е., Федяев В.Л., Галимова Н.Я., Самойлов В.М., Орлов М.А., Бородулин А.С., Мавлиев И.Р.

3. Galimov E.R., Tukbaev E.E., Fedyaev V.L., Galimova N.Ya., Samoylov V.M., Orlov M.A., Borodulin A.S. and Mavleev I.R. Production technology of heat-resistant high-strength syntactic carbon foams for operation in extreme conditions // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018, Vol. 240, № 012062, p. 1-6. doi:10.1088/1757-899X/412/1/012018.

4. Galimov E. R., Fedyaev V. L., Galimova N.Ya., Samoylov V.M., Danilov E.A., Timoshchuk E.I., Ponomareva D.V., Nakhodnova A.V. and Orlov M.A. Production and investigation of physical-mechanical properties of syntactic carbon foams // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018, Vol. 412, №012062, p. 1-5. doi:10.1088/1757-899X/412/1/01201931.

Исследования оптимального изготовления радиопрозрачного обтекателя для сверхзвуковой ракеты с головкой самонаведения

Хохлов А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
verenor2012@yandex.ru

В связи с постоянным ростом скоростей и дальности полета сверхзвуковых управляемых ракет различных типов с системами самонаведения, актуальной является задача увеличения экспериментальной надежности головного радиопрозрачного обтекателя ракеты, обеспечивающего защиту антенного устройства головки самонаведения от аэродинамического воздействия и прохождение электромагнитной энергии через радиопрозрачную стенку оболочки, изготавливаемой из диэлектрического материала, с минимальными потерями и искажениями фронта электромагнитной волны.

Для определения возможного варианта оптимального изготовления радиопрозрачного обтекателя на основе заданных тактико-технических требований необходимо провести исследование имеющихся диэлектрических материалов для радиопрозрачной оболочки обтекателя, определить внешнее теплосиловое воздействие на обтекатель и оценить возможности соединения радиопрозрачного обтекателя с соседним отсеком ракеты.

С этой целью, используя данные аэродинамического воздействия на носовой отсек, определяются тепловое воздействие (температура) на наружную поверхность обтекателя, максимальный темп нагрева наружной поверхности радиопрозрачной оболочки, величина внешней нагрузки, распределенной по поверхности обтекателя, и длительность аэродинамического воздействия.

В результате проведенного исследования для конкретного обтекателя ракеты средней дальности, наружная радиопрозрачная оболочка которой нагревается в носовой части до температуры 1200 °С с темпом нагрева более 100 °С/с, было установлено, что материалом для такой оболочки должен быть

выбран один из семейства радиопрозрачных жаростойких материалов, полученных на основе спекания тугоплавких окислов и нитридов кремния, алюминия, циркония и др., но не из термостойких стеклопластиков и ситаллов, имеющих более низкую жаростойкость и стойкость к термоудару (ситаллы).

Исследования, проведенные для определения толщины стенки диэлектрической оболочки, обеспечивающей оптимальные значения радиотехнических характеристик, и для оценки напряженно-деформированного состояния оболочки в расчетных сечениях, позволили однозначно определить материал для ее изготовления – пористая кварцевая керамика на основе диоксида кремния.

Дальнейшие исследования проводились с целью определения ожидаемой величины температуры нагрева зеркала антенного устройства головки самонаведения и волноводного тракта, так как работоспособность устройства ограничивается определенной температурой нагрева зеркала антенны, превышение которой ставит вопрос о применении во внутренней полости обтекателя теплозащитного экранирования головки самонаведения. Тепловой расчет и экспериментальное исследование позволили определить, что для рассматриваемого обтекателя в специальном радиопрозрачном теплозащитном устройстве нет необходимости.

Радиопрозрачная керамическая оболочка и металлический несущий шпангоут образуют узел соединения, с помощью которого радиопрозрачный обтекатель соединяется с соседним отсеком ракеты. Керамика и металл по величине температурного коэффициента линейного расширения отличаются на 1-2 порядка, поэтому повышенный нагрев шпангоута приводит к тепловому стеснению этих элементов и распору оболочки шпангоутом, вследствие чего их непосредственное, например, клеевое, соединение не всегда возможно. Исследования показали, что в конструкции радиопрозрачного обтекателя допускается нагрев шпангоута только до температуры, не приводящей к разрушению оболочки шпангоутом, что ограничивает применение традиционных конструкционных материалов, но позволяет использовать прецизионные сплавы инварного типа, имеющие некоторый интервал их совместимости по температурному коэффициенту линейного расширения с керамическими материалами: например, для кварцевой керамики минимальные значения растягивающих напряжений в керамической оболочке от ее распора шпангоутом сохраняются при нагреве последнего до 300-320 °С. При более высоком значении температуры шпангоута необходима разработка узла соединения с применением промежуточных, компенсирующих радиальные перемещения шпангоута, элементов, например, конструктивно-анизотропных.

Возможно также применить для снижения нагрева шпангоута нанесение теплозащитного покрытия на наружную поверхность оболочки в зоне узла соединения.

Дальнейшие исследования будут направлены на экспериментальную отработку радиопрозрачного обтекателя с использованием оригинальных вариантов конструкции узла соединения.

Проектирование и изготовление силовых элементов летательных аппаратов из композитов с применением радиального плетения

Худова А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Халиулин В.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
hudova-alena@mail.ru

В нашей работе анализируется кронштейн ВСУ вертолета Ми-38 по конструктивно-технологическим параметрам. Иллюстрируются различные варианты кронштейна ВСУ из композиционных материалов, выбирается наилучший вариант кронштейна из композитов. Изготавливается опытный образец кронштейна.

Современные композиционные материалы широко применяются в авиации. Снижение веса конструкции, увеличение прочностных характеристик, полезной нагрузки и срока службы за счет применения новых материалов повышает летно-технические характеристики летательного аппарата и снижает затраты на его эксплуатацию.

Для того чтобы максимально реализовать возможности композиционных материалов, при проектировании конструкции надо делать ее интегральной. Пример интегральных конструкций из композитов в авиастроении – это панели агрегатов и элементы каркаса самолетов Boeing787 Dreamliner, Airbus 350, крыло и хвостовое оперение самолета МС-21. Однако вопрос о создании узлов навески и кронштейнов из композиционных материалов, которые будут превосходить металлический аналог по своим конструктивно-технологическим характеристикам, остается нерешенным.

Были разработаны варианты конструктивных решений кронштейна ВСУ из КМ:

1. Материал: углепластик, преформа изготовлена ручной выкладкой.

2. Материал: углепластик, преформа изготовлена плетением.

3. Вариант кронштейна – модификация предыдущего исполнения конструкции, однако сохраняющая от первоначального металлического варианта внутреннюю стенку. Материал: углепластик, преформа изготовлена плетением

Был произведен расчет массы трех вариантов моделей кронштейна ВСУ.

Затем выбирается наиболее оптимальный вариант конструктивно-технологического решения и разрабатывается технология его изготовления.

Проводится экспериментальная часть работы, анализируется полученный результат. Преформа и готовое изделие представлено в данной работе.

Данная работа проводилась при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках выполнения проекта с уникальным идентификатором RFMEFI57717X0262.

Список литературы

1. Халиулин В.И., Шабалин Л.И. Введение в технологию производства композитных конструкций: Учебное пособие. Казань: Композитный класс, 2017. -104 с.

2. Халиулин В.И., Шапаев И.И. Технология производства композитных изделий: Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан.Гос. техн.ун-та,2004

3. Богданов Ю.С. Михеев Р.А. Скулков Д.Д. Конструкция вертолетов: Учебник для авиационных техникумов. - М.: Машиностроение, 2009. - 272 с.

Плоские актюаторы из полимерных композиционных материалов с эффектом памяти 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 полимерных композиционных материалов (ПКМ) с эффектом памяти формы (ЭПФ) (далее актюаторы) применяются в шарнирах, служащих для соединения элементов трансформируемой конструкции и относительного их перемещения в процессе ее разворачивания из компактно сложенного транспортного в развернутое рабочее состояние.

Важными характеристиками актюаторов являются степень восстановления начальной формы и усилие, которое при этом возникает.

Цель работы состояла в изготовлении актюаторов трех типоразмеров со встроенным резистивным нагревателем, экспериментальном определении степени и усилия восстановления ими формы и оценке влияния на эти характеристики типоразмеров актюаторов и марки армирующей ткани в ПКМ с ЭПФ.

Методом прямого прессования изготовлены пятнадцать актюаторов толщиной 1,5-3,5 мм на основе углеродных тканей трех марок (УРАЛ Т-1-22А, УТ 900-2,5 и УРАЛ ТР3/2-15 ЭХО) и полимерной матрицы с ЭПФ. Размеры актюаторов типоразмеров I, II и III в плоскости составляли 70х70, 140х70 и 210х70 мм соответственно.

Метод определения степени восстановления формы заключался в видеосъемке процесса восстановления формы предварительно U-образно сложенного актюатора при его нагреве с помощью встроенного резистивного нагревателя. Степень восстановления рассчитывалась как отношение угла восстановления к 180о. Для изготовленных актюаторов предельная степень восстановления составила 97-100%. Максимальную степень восстановления показал актюатор толщиной 1,5 мм типоразмера I на основе ткани УТ 900-2,5, минимальную – на основе ткани УРАЛ Т-1-22А типоразмера III толщиной 2,2 мм.

Усилие восстановления формы определяли с помощью универсальной испытательной машины WDW-10E. Предварительно актюаторы складывали U-образно. Нагревая актюаторы, наблюдали на мониторе кривую «усилие – время». Актюаторы показали усилие восстановления формы 0,6 – 20 Н. Максимальное усилие у уактюатора типоразмера II толщиной 2,8 мм на основе ткани УРАЛ ТР3/2-15 ЭХО, минимальное – у актюатора типоразмера III толщиной 1,5 мм на основе ткани УТ 900-2,5

Оценка остаточных напряжений, возникающих в тонких слоях нитрида кремния при формировании структур МЭМС

Шаталин А.А., Рубцов И.А.
Научный руководитель — к.т.н. Жукова С.А.
МАИ, Москва
aashatalin@yandex.ru

В последние десять лет стремительно разрабатывается новый класс устройств с применением микроэлектромеханических систем (МЭМС). В настоящие время для производства МЭМС с трехмерной структурой в виде микробалочных и мостиковых элементов необходимо решить проблему получения прочных, с небольшими значениями внутренних напряжений, диэлектрических и полупроводниковых пленок, из которых состоит мембрана. В качестве основных структурных компонентов МЭМС используют диэлектрические пленки нитрида кремния из-за их высоких диэлектрических и механических характеристик. Пленки нитрида кремния, осаждаемые методом плазмохимического осаждения при пониженном давлении, обладают остаточными напряжениями растяжения и сжатия различной степени, в зависимости от режимов нанесения.

Целью работы является исследование зависимостей остаточных напряжений тонких пленок нитрида кремния от различных режимов технологического процесса формирования структур МЭМС. Задачи, решение которых обеспечивает достижение поставленной цели: поиск, анализ научно-технической информации об остаточных напряжениях, возникающих в тонких пленках диэлектриков, разработка модели распределения остаточных напряжений, возникающих в сформированных тонкопленочных структурах нитрида кремния, изготовление образцов и проведение экспериментов для анализа реальных зависимостей, сравнение результатов моделирования с экспериментальными значениями.

В данной работе представлена модель распределения остаточных напряжений в консольной балке из нитрида кремния в программном комплексе Ansys. Моделируемая консольная балка имеет геометрические размеры 20*200*0.2 мкм, при моделировании учитывались такие параметры, как модуль Юнга [Па], коэффициент Пуассона, КТР [PPM], плотность [кг/м3], теплоемкость [Дж/кг*К], теплопроводность [Вт/м*К]. Остаточные напряжения, полученные при конечно-элементном моделировании, имеют сжимающий характер, а максимальное численное значение, выявленное при анализе распределения данных напряжений, равно 15.5 МПА.

Для экспериментального определения напряжения предлагается использовать образцы таких же геометрических размеров, как и модельные. Тонкая пленка нитрида кремния наносится на жертвенный подслой на основе полиимида толщиной 2.5 мкм. Травление жертвенного подслоя проводится в кислородной плазме, изотропно. Остаточные напряжения определяются по деформации конца консольной балки. Для измерения деформации образцов используется оптический профилометр, а для контроля травления жертвенного подслоя – оптический микроскоп.

Разработка технологии получения теплопроводных синтактических пен

Шаяхметов А.А., Валеева А.Р., Фролова А.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Галимова Н.Я.
КНИТУ-КАИ, Казань
Anton.hik2009@mail.ru

Синтактические углеродные пены (СУП) являются одним из современных и перспективных типов углеродных материалов, которые отличаются регулярной пористой структурой [1–3]. Наличие регулярной структуры обеспечивает высокий уровень эксплуатационных свойств по сравнению с материалами неупорядоченной пористой структуры. Отличительной особенностью этих материалов является возможность получения как теплоизолирующих, так и теплопроводных материалов, путем варьирования сырьевой базы и технологических режимов их переработки. Поэтому они имеют значительные перспективы применения в машиностроении при проектировании изделий теплоотвода и теплоизоляции и других областях. В связи с этим исследования, направленные на разработку СУП с заданными теплофизическими свойствами, являются актуальными и позволяют расширить области их практического применения во многих отраслях промышленности.

Существует различные подходы к получению синтактических углеродных пен с регулируемым комплексом свойств [4, 5]. В данной работе разработана технология получения синтактических углеродных пен с коэффициентом теплопроводности свыше 10 Вт/м·К (до 180 Вт/м·К). Предлагаемый подход предусматривает получение теплопроводных синтактических углеродных пен

с использованием углеродных микросфер и нефтяных или каменноугольных пеков. Технологический процесс получения пены включает последовательное проведение следующих операций: смешение компонентов, формирование «зеленой» пены, низкотемпературную карбонизацию, карбонизацию, высокотемпературную термообработку, пироуплотнение, механическую обработку.

Исходные углеродные микросферы, каменноугольный или нефтяной пек при определенных соотношениях перемешивают в колбе с использованием механической мешалки в течение оптимального времени, добавляют толуол, нагревают на масляной бане, кипятят с обратным холодильником при перемешивании в течение 90 мин., после чего содержимое колбы охлаждают до температуры 30°С. Далее смесь упаривают на ротационном испарителе до полного удаления толуола и высушивают под вакуумом при перемешивании на роторном испарителе. Полученную композицию в виде гранулята извлекают из колбы и измельчают до получения дисперсного порошка. Затем проводят формирование «зеленой» пены путем прессования порошка в глухой матрице. После извлечения формованной заготовки из матрицы образцы «зеленой» пены подвергают высокотемпературной термической обработке (графитации) в печи при температуре 2700°С. Полученные образцы пены загружают в камеру лабораторной печи пироуплотнения, печь герметизируют, продувают аргоном, после чего образцы нагревают и выдерживают при температуре 800-1100°С, давлении метана 8–12 мм рт.ст. в течение 20–120 часов. После пироуплотнения образцы пен могут подвергаться механической обработке (резанию, сверлению, фрезерованию, шлифовке).

Таким образом, показано, что для получения теплопроводных СУП необходимо использовать сырье, обеспечивающее при термообработке высокую степень графитации. Необходимым условием для получения изделий с высоким коэффициентом теплопроводности является образование при карбонизации мезофазы, что обеспечивается применением каменноугольных и нефтяных пеков.

Список литературы

1. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. - М.: Химия, 1975. – С. 11-15.

2. Технология получения термостойких высокопрочных углеродных синтактных пен для эксплуатации в экстремальных условиях. Галимов Э.Р., Тукбаев Э.Е., Федяев В.Л., Галимова Н.Я. и др.

3. Galimov E.R., Tukbaev E.E., Fedyaev V.L., Galimova N.Ya., Samoylov V.M., Orlov M.A., Borodulin A.S. and Mavleev I.R. Production technology of heat-resistant high-strength syntactic carbon foams for operation in extreme conditions // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018, Vol. 240, № 012062, p. 1-6. doi:10.1088/1757-899X/412/1/012018.

Особенности ремонта элементов конструкции летательного аппарата из композиционного материала

Яконюк А.Ю.
Научный руководитель — Рогов Н.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
yaka1996@yandex.ru

В настоящее время при ведении боевых действий военно-транспортная авиация в первую очередь решает следующие задачи: десантирование воздушных десантов в тыл противника; доставка вооружения и военной специальной техники; эвакуация больных и раненых; выполнение специальных задач. Выполнение данных задач требует одновременного участия большого количества сил и средств, согласования всех действий сторон и правильной организации. Часто в конструкциях летательных аппаратов (ЛА) применяют композиционные материалы (КМ) для изготовления обшивок. Преимуществом КМ являются: удельная прочность, жесткость, легкость, износостойкость и усталостная прочность. Одним из достоинств КМ считается то, что материал и конструкция создаются одновременно. КМ обладают рядом недостатков: высокая вероятность возникновения скрытых повреждений; высокий удельный объем; токсичность. Некоторые КМ имеют низкую эксплуатационную технологичность, низкую ремонтопригодность и высокую стоимость эксплуатации. Это все связано с тем, что при доработках либо ремонте объектов из КМ требуется применение специальных инструментов и трудоемких методов. Бывают случаи, когда изделия, выполняемые из КМ, нецелесообразно ремонтировать, либо они не подлежат какой-либо доработке. Вопросы по ремонтопригодности агрегатов ЛА из КМ еще недостаточно проработаны, изучены и являются актуальными. Необходимо разработать расчетные модели и способы ремонта конструкции, учитывая при этом особенности структуры и поведения материалов. Ремонтировать конструкцию, выполненную из КМ, следует в том случае, если дефект не превышает допустимые размеры, которые установил разработчик изделия, при превышении допустимых размеров дефекта следует заменить

агрегат. При восстановлении агрегатов планера, выполненных из КМ, в основном используются соединения с накладками из препрега и клеевые, механические, клеемеханические соединения. Такие способы ремонта, как клепка, склеивание, не могут обеспечить восстановление требуемого уровня прочности конструкции, особенно если она является высоконагруженной. После внедрения КМ появились сложности в вопросах соединения и стыковки, так как КМ из-за своей разнородности могут надежно работать только с помощью внутренних связей матрицы и наполнителя между собой. Существует ряд способов ремонта сквозных повреждений композиционных конструкций. Одним из перспективных способов ремонта КМ считается клеемеханическое соединение, особенностью которого является использование крепежных элементов малого диаметра. Мы провели исследования и выяснили, что при клеевом способе нужно, чтобы все поверхности были максимально схожи и без зазоров. На образец-имитатор нанесли повреждение в виде пробоины. Провели ремонт с помощью разработанной технологии. Обработали образец при помощи установки. Приспособление помогает обеспечить установку ремонтной вставки в полость с равномерным по площади сопрягаемых поверхностей зазором для клеевого соединения при сохранении исходного качества конструкции. После обработки участка получили полость в виде сферической поверхности. Наполнитель изготавливали на установке из такого же материала, что и объект, который подлежит ремонту. Для обеспечения клеевого соединения применяли быстроотвердевающий клей ВК-93. С помощью электронагревательной струбцины повышали температуру склеивания, тем самым снижали повышение адгезионной прочности соединения. Нагрев зоны ремонта проводился со скоростью 1–2 °С в минуту. При достижении предела температуры и отверждения материала увеличение температуры прекращалось, и проводилась выдержка. Охлаждали такое соединение со скоростью не больше 3 °С в минуту. Таким образом, разработали технологии восстановления композиционных панелей, и приспособление, применяемое для выполнения восстановительных работ и повышающее качество ремонтного соединения.

Исследование зависимости прочности соединения стали с твердым сплавом от толщины паяного шва

Соломахин Н.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пашков И.Н.
МАИ, Москва
solomahinn@mail.ru

Развитие горной и металлообрабатывающей отраслей промышленности невозможно без повышения качества горного и металлорежущего инструмента. Так как при пайке инструмента припоями на основе меди прочность шва является недостаточной для удовлетворения требований эксплуатаций, то вопрос о повышении прочностных характеристик остается незакрытым.

Целью работы является повышение прочности паяного шва путем увеличения его толщины.

Решением данной проблемы послужило использование проставки в шве в виде нержавеющей, предварительно покрытой используемым припоем стальной сетки.

Для исследования были изготовлены стальные Г-образные образцы и пластины твердого сплава. Образец имитирует резцы проходческих машин, которые применяются при строительстве транспортных тоннелей. При пайке использовался латунный припой Алармет 251 в виде прутка и флюс ФП-1К в виде пасты. Пайку выполняют в индукционной установке СЭЛТ-001-15/66-Т с плоским индуктором. После пайки проводят испытания на срез на установке Instron 5569, которая фиксирует на экране диаграмму деформации.

Было проведено несколько экспериментов с целью получения наилучшей прочности паяного шва на срез. Площадь спая шва серии образцов составляла 140 мм2. Первая серия образцов паялась припоем Алармет 251, вторая серия паялась с проставкой в виде стальной сетки.

После первых серий были проведены еще несколько серий экспериментов. Каждый образец паялся припоем Алармет 251 с проставкой в виде сетки с разными геометрическими характеристиками. Толщина сетки варьировалась от 0,22 мм до 0,5 мм. Площадь спая шва образцов составляла 105 мм^2.

После обработки и анализа полученных экспериментальных данных было выяснено, что при срезе наблюдалось разрушение самого твердого сплава, а не шва, прочность всех образцов получилась примерно одинаковой 200±30МПа. Однако использование проставки в виде стальной сетки показало на диаграмме деформации увеличение абсолютного удлинения, что позволяет инструменту увеличить стойкость к знакопеременным нагрузкам.

Формирование керамикоподобных МДО-покрытий на алюминиевых композитах, легированных цирконием

Аникин К.А.
Научный руководитель — Савушкина С.В.
МАИ, Москва
airgear12@mail.ru

Для эффективного использования алюминиевых композиционных материалов в ракетно-космической технике требуется повышение их рабочей температуры, износостойкости, коррозионной стойкости. Легирование цирконием повышает сопротивляемость высокотемпературной ползучести алюминия, а также приводит к существенному упрочнению за счет образования дисперсных вторичных выделений метастабильной фазы Al3Zr [1]. Одним из методов решения проблемы повышения износостойкости и коррозионной стойкости алюминиевых композиционных материалов является формирование на их поверхности защитных оксидных покрытий методом микродугового оксидирования (МДО) [2-3].

Образцы алюминиевых композитов без добавок, легированных цирконием (Al + 0.2, 0.5 и 1 %Zr), получали методом классической порошковой металлургии (холодное прессование и спекание в форвакууме) [4]. Порошки алюминия и циркония смешивали в планетарной мельнице в течение 2 часов в гексане. Спекание проводили в форвакууме при температуре 650 °С в течение 180 мин. МДО-покрытия получали в электролите, содержащем 2 г/л гидроксида калия и 9 г/л жидкого стекла натриевого в анодно-катодном режиме. Суммарная плотность тока составляла 10 А/дм2 при равенстве анодного и катодного токов. Продолжительность процесса МДО составляла 60 мин для композитов, легированных цирконием, и 90 мин для композита без добавок.

При увеличении концентрации циркония в алюминиевом композите до 1 % происходило замедление роста напряжения на начальном этапе процесса МДО, связанного с образованием барьерного слоя. Для композитов Al+0,5%Zr и Al + 1 %Zr формовочные кривые практически совпадают. При добавке в композит 0,2%Zr происходит более быстрый рост напряжения на начальном этапе, что позволяет предположить, что данная концентрация практически не оказывает влияния на скорость роста покрытия.

Средний размер зерен алюминиевых композитов составляет около 6 мкм. Первичные кристаллы Al3Zr в виде игл в алюминиевой матрице не замечены, что говорит о достаточно быстром затвердевании композитов и растворении циркония в алюминии. МДО-покрытия характеризуются преобладанием кратерной структуры с порами в центре кратеров размером до 10 мкм. Плотность упаковки пор составляет приблизительно 3·109 пор/м2. Между кратерными областями заметны вытянутые участки глобулярной структуры, для которой характерны элементы, входящие в состав электролита. Толщины МДО-покрытий после 60 мин обработки композитов Al + 0.2, 0,5 и 1 %Zr составляют 15÷20 мкм. Толщина покрытия на алюминиевом композите без добавок после 90 мин МДО ~50 мкм. В покрытии заметны 2 основных слоя – основной и наружный. Для наружного слоя характерна структура с отдельными кратерными каналами, пронизывающими слой, оставшимися в покрытии после завершения функционирования микроразрядов. Для основного слоя характерна поликристаллическая структура. Верхний слой МДО-покрытия на алюминиевом композите, легированного 1%Zr, содержит Al (26 ат.%), O (65 ат.%), Si (7 ат.%), Na (0.5 ат.%), K (1 ат.%), Zr (до 0,2 ат.%). Можно предположить, что наличие циркония в композите в связи с его большим электрическим сопротивлением и меньшей теплопроводностью замедляло скорость формирования МДО-покрытия.

Исследования фазового состава покрытий показали преобладание γ-Al2O3 в МДО-покрытиях, полученных на композитах, легированных цирконием в течение 60 мин. Для Al композита без добавок после 90 мин МДО в структуре появляется также a-Al2O3, что связано с увеличением локальной температуры в областях микроразрядов. Испытания методом скретч-тестирования для алюминиевого композита без добавок с покрытием толщиной ~ 50 мкм проводили алмазным индентором при линейно возрастающей нагрузке от 1 до 120 Н при скорости нагружения 50 Н/мин. Длина царапины – 6 мм. Критическая нагрузка разрушения покрытия составляет ~ 70 Н.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №18-33-00841).

Список литературы

1. Knipling K. E. Development of a Nanoscale Precipitation-Strengthened Creep-Resistant Aluminum Alloy Containing Trialuminide Precipitates. Evanston, Il: Northwestern University, 2006. 254 p.

2. Савушкина С. В, Агуреев Л.Е., Ашмарин А.А., Иванов Б.С., Эпельфельд А.В., Виноградов А.В. Исследование керамикоподобных покрытий, формируемых на алюминиевых композитах методом микродугового оксидирования// Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2017. № 12. С. 34–39

3. Agureev L., Savushkina S., Ashmarin A., Borisov A., Apelfeld A., Anikin K., Tkachenko N., Gerasimov M., Shcherbakov A., Ignatenko V., Bogdashkina N. Plasma Electrolytic Oxidation Coatings on Aluminum Composites// Metals. 2018. №8 (459). 12 p.

4. Костиков В.И., Агуреев Л.Е., Еремеева Ж.В., Ситников Н.Н., Казаков В.А. Алюмоматричные композиты с малыми добавками наночастиц оксидных материалов//Перспективные материалы. 2014. № 7. С. 13-20

Микротвердость и микроструктура зоны термического влияния звездочек цепных передач, полученных лазерной резкой из листов сталей марок Ст3 и 30ХГСА

Архипова Е.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонова И.В.
ТулГУ, Тула
lenochka.taranenko1995@mail.ru

К числу перспективных процессов разделения материалов следует отнести лазерную резку металлов. Она основана на процессах нагрева, плавления, испарения, химических реакциях горения и удаления расплава из зоны резки. Лазерная резка (ЛР) является одним из наиболее эффективных и современных методов раскроя тонко- и среднелистового материала. Основными направлениями развития лазерной резки являются достижения высоких показателей качества реза – низкой шероховатости поверхности реза, малой зоны термического влияния, прямых стенок реза, и повышение ее эффективности (толщины разрезаемых листов, скорости резки).

Основными показателями поверхности реза являются протяженность зоны термического влияния (ЗТВ), угол отклонения от поверхности, шероховатость поверхности и отсутствие грата. В настоящее время разрабатывается новое направление использования лазерного излучения – совмещение процесса получения готовых изделий из листового материала лазерной резкой с поверхностным упрочнением, реализуемым при резке.

Целью настоящей работы является изучение свойств и строения поверхностного слоя звездочек цепных передач из сталей марок Ст3 и 30ХГСА после лазерной резки.

Лазерную резку осуществляли в разных режимах, скорость варьировали в пределах 600 – 1800 мм/мин, мощность – 600 – 1800 Вт, время резки – 18 – 35 сек.

Для изготовления звездочек использовали стальные листы толщиной 6 мм из сталей марок Ст3 (ГОСТ 380-2005) и 30ХГСА (ГОСТ 4543-2016).

Для выявления наличия упрочненного слоя вблизи поверхности выполнен макроструктурный анализ. Поверхность образцов звездочек из сталей 30ХГСА и Ст3 шлифовали вручную. Для шлифования использовали шкурку Р1000. После шлифования образцы протирали ватой и травили. Для используемых образцов применяли реактив (ГОСТ 10243-75). При травлении шлиф протирали ватным тампоном, смоченным в реактиве, до выявления макроструктуры. Затем промывали его водой и высушивали специальной бумагой.

Макроструктурный анализ выявил вблизи поверхности зону с измененным химическим составом. Зона проходит равномерно по краям поверхности зубьев и впадин. Глубина упрочненного слоя определяется модулем звездочки. По литературным данным, модуль (m) исследуемых звездочек составляет 4 мм. Для m = 4 мм глубина упрочненного слоя для исследуемых звездочек должна быть не менее 0,8 мм. Глубина зоны с измененным химическим составом около 2 мм.

Измерение микротвердости по Виккерсу (ГОСТ 2999-75) проводили на твердомере HV 100 производства фирмы «Time» (нагрузка – 2 Н, время выдержки – 10 сек.) перпендикулярно поверхности реза от зуба и впадины вглубь образца, для определения зоны термического влияния (ЗТВ).

Характер изменения микротвердости у всех образцов исследуемых сталей аналогичен: самые высокие значения были выявлены около поверхности реза, затем твердость постепенно снижается до значения характерного для исходного состояния. Для всех образцов после ЛР, вырезанным по разным режимам, протяженность ЗТВ вдоль всей кромки реза примерно одинакова.

Микроскопический анализ проводили на образцах, вырезанных из звездочек толщиной 6 мм. Для получения плоскопараллельной поверхности шлифа образцы заливали в эпоксидный клей. Подготовка включала в себя шлифование на наждачной бумаге разной зернистости и полирование на специальных полировочных тканях. Травление осуществляли методом погружения в 4-% раствор азотной кислоты в спирте. Изучение микроструктуры проводили на металлографическом микроскопе при увеличении 100, 200, 500, 1000 крат.

Микроструктурные исследования образцов стали Ст3 показали, что непосредственно к поверхности реза примыкает нетравящийся белый слой глубиной не более 5 мкм. Следом за ним идет зона, состоящая из троостосорбитной смеси, протяженностью 40 мкм. Далее расположена область с троостоферритной структурой, протяженностью 100 мкм, переходящая в практически полностью ферритную зону, глубина которой составляет 40 мкм. Структура основного металла состоит из феррита и пластинчатого перлита. В микроструктуре стали 30ХГСА структура ЗТВ имеет три области: 1– белый бесструктурный слой, толщиной 10 мкм, 2 – зона со структурой крупноигольчатого мартенсита и остаточного аустенита, толщиной 40 мкм, 3 – переходная область, толщиной 30 мкм, состоящая из зерен феррита и троосто-сорбитной смеси. Структура основного металла состоит из феррита и пластинчатого перлита.

Эксплуатация первых партий звездочек, полученных из горячекатаных листов сталей марок Ст3 и 30ХГСА лазерной резкой без последующей упрочняющей поверхностной обработки, показала, что их долговечность составляет 3 тыс. ч. работы.

Исследование влияния режимов электролитического травления на качество интерференционной картины микроструктуры алюминиевого сплава А5 в поляризованном свете

Бараев Д.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воронин С.В.
Самарский университет, Самара
denisbaraev63@mail.ru

При обработке изделий из металлических материалов важной проблемой является анизотропия их механических свойств. Для обработки материалов, имеющих одинаковый химический состав, но различную степень текстурованности, требуются разные технологические параметры процесса. На анизотропию свойств материала влияет его степень текстуры, которая зависит от преобладающего объема зерен, имеющих одинаковую кристаллографическую ориентацию.

В работе [1] описана зависимость цвета зерен от их кристаллографической ориентации, установленная при помощи измерения модуля упругости отдельных зерен методом сканирующей зондовой микроскопии. Это связано с тем, что цвет зерна, как и модуль упругости, зависит от кристаллографической ориентации самого зерна. Цвет зерна – это результат интерференции света в тонкой окисной пленке, зависящий от толщины пленки и соотношения показателей преломления вещества пленки и среды [2]. Однако для получения информации о кристаллографической ориентации зерна по его интерференционному цвету необходимо получить качественную интерференционную картину всей поверхности.

Поэтому целью данной работы является определение оптимальных режимов травления, для получения качественной интерференционной картины сплава А5 в поляризованном свете.

Для решения поставленной задачи образец алюминиевого сплава А5 предварительно шлифовался, затем производилось травление в растворе электролита, состоящего из плавиковой кислоты, борной кислоты и дистиллированной воды, при силе тока 1,7–1,9 А, напряжении 90–100 В.

Травление осуществлялось с интервалом в 30 секунд. После каждого интервала травления поверхность образца фотографировали для отслеживания изменений интерференционной картины и определения оптимального времени травления.

После первой минуты травления начинали проявляться границы зерен. Между первой и второй минутами начинали проявляться цвета, а на третьей минуте травления была получена четкая интерференционная картина, на которой были выделены три преобладающих цвета: желтый, синий и бледно-оранжевый.

При дальнейшем травлении (более трех минут) происходило искажение интерференционной картины, выражающееся в размытии границ зерен и потере насыщенности их цветов.

В ходе работы установлено, что при вышеуказанных режимах травления и использовании выбранного электролита оптимальным временем травления являются 3 минуты. При данном времени наблюдается наиболее четкая интерференционная картина, различие отдельных цветов и границ зерен, что достаточно для дальнейшего микроструктурного анализа.

Список литературы

1. Бараев, Д.И., Чаплыгин, К.К., Зависимость цвета зерен в поляризованном свете от их кристаллографической ориентации в алюминиевом сплаве АД1 [Текст]/ Д. И. Бараев, К. К. Чаплыгин// Гагаринские чтения – 2017: XLIII Международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2017г. – 1478 с.

2. Киселева, С. А., Файвилевич, Г. А. Цветная металлография [Текст]/ С. А. Киселева, Г. А. Файвилевич// М.: Металлургия, 1960. – 109 с.

Выбор материала в конструкциях космических аппаратов для их длительной эксплуатации

Бикбаев Р.М., Алехина В.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Глущенков В.А.
Самарский университет, Самара
Rashid20181@mail.ru

Освоение ближнего и дальнего космоса требует создания космических аппаратов длительного пользования.

Космическое пространство представляет собой малоизученную среду с множеством факторов, отрицательно воздействующих на материалы, из которых изготавливаются космические аппараты длительного пользования. В процессе эксплуатации материалы, из которых изготовлены космические аппараты, претерпевают воздействие на него ряда физических факторов.

Основными факторами, влияющими на космический аппарат в космическом пространстве, являются: вакуум, радиационное облучение, температура и др.

Под действием этих факторов в металлах происходят необратимые изменения, меняющие их механические свойства [1].

Для выбора марки материалов и во избежание неконтролируемого их поведения необходима оценка изменения механических свойств в результате длительного воздействия факторов космического пространства.

Для проведения космического эксперимента, в этом случае, необходимо создание приборов и устройств, эффективно работающих в космосе [2].

Основными требованиями к такой испытательной технике являются:

• Малые массогабаритные характеристики и энергопотребление;

• Обеспечение требуемых усилий и деформаций.

В создаваемых устройствах предложено использовать новые конструкции силоприводов из материала с памятью формы, состоящие из многозвенных, термически тонких силовых элементов, соединенных последовательно или параллельно (патент РФ № 182028 от 14.08.2018). Предложено осуществить их нагрев до 100 ºС непосредственно пропусканием через них электрического тока. С помощью специально созданного испытательного стенда получены деформационно-силовые характеристики таких элементов, что позволило спроектировать опытные образцы испытательного оборудования (приборов) для работы непосредственно в космосе, например на борту МКС. Это может быть твердомер с массо/энерго/силовыми характеристиками, значительно превышающими существующие [3].

С помощью созданного прибора планируется получить график зависимости твердости от времени. Таким образом, имея значение числа твердости, полученного по результатам испытания образцов в космическом пространстве (HV), рассчитываются константы механических свойств, необходимые конструкторам для расчета на прочность и выбора материала.

Список литературы

1. Тихонов, А. С. Применение эффекта памяти формы в современном машиностроении [Текст]/ А. С. Тихонов // Москва: Машиностроение. - 1981. - 76 с.

2. Белоусов, В. П., Дукин, Е. П., Фавстов, Ю. К. Исполнительный механизм многократного действия с возвратно-поступательным движением [Текст]/ В. П. Белоусов, Е. П. Дукин, Ю. К. Фавстов // Материалы с эффектом памяти и их применение: материалы семинара. Новгород. - 1989.

3. Гречников Ф.В., Глущенков, В. А., Бикбаев Р.М., Алехина, В. К. Электротермический силовой привод: патент РФ №182028 от 14.08.2018.

Влияние состава и структуры чугунов на коррозионную стойкость в кислых средах

Бондаренко Д.О.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фомичева Н.Б.

ТулГУ, Тула

dian4ik-olegovna@yandex.ru

Целью работы было изучение особенностей коррозионного поведения серых чугунов с различным количеством Si.

Механические свойства серого чугуна можно улучшить, если обеспечить равномерное распределение мелкопластинчатого графита в отливке. Это достигается путем специальной обработки – модифицирования. Сущность модифицирования состоит в том, что в жидкий чугун перед его разливкой в формы вводят небольшое количество ферросилиция. В данных исследованиях было интересно установить, как влияет графит и ферросилиций на коррозионные свойства сплава.

В качестве исследуемых материалов были взяты Fe-C сплавы:

• Серый чугун на ферритной основе (СЧ 18),

• Высокопрочный чугун на ферритной основе (ВЧ 38-17).

Структура серых и высокопрочных чугунов представляет собой феррит+графит (весь углерод представлен в виде графита).

Кроме того, были проведены исследования влияния количества кремния на скорость коррозии чугунов. Для этого были взяты образцы серого и высокопрочного чугуна, легированные 5, 10, 15 %Si.

При проведении гравиметрических исследований подготавливаемые образцы были взвешены на аналитических весах и помещены в растворы объемом 100 см3: серной, азотной и соляной кислоты различной концентрации (5, 25, 75%).

Проведенные исследования показали, что в морской воде серый и высокопрочный чугун имеют Vкор, которая говорит о малой стойкости их в морской воде (класс 4 малостойкие, Vкор от 3 до 10 г/м3). Причем вид графитных включений не влияет на Vкор.

В агрессивных кислотах класс стойкости чугунов становится 5 (нестойкие, Vкор >10г/м3 в день). Внесение в состав чугуна Si в количестве более 10% позволило значительно уменьшить Vкор за счет образования защитной пассивирующей пленки. Химическая стойкость в кислотах резко увеличивается при содержании Si в исследуемом материале более 10%. Однако это характерно только для растворов H_2SO_4 и HNO_3. В растворах HCL происходит растворение ферросилицидов, и Vкор не уменьшается при добавлении Si.

В результате проведенных исследований было получено, что в серной кислоте чугуны корродируют быстрее, чем в HCL и HNO_3. При повышении концентрации кислот Vкор возрастает, достигая максимума, а затем уменьшается.

Коррозия, распространяющаяся по включениям графита, в случае высокопрочного чугуна является более слабой. Характерно резкое уменьшение Vкор в сильно концентрированной серной кислоте (75%).

В концентрированных растворах H_2SO_4 на поверхности чугуна образуются труднорастворимые сульфаты и оксиды железа, которые надежно защищают его от дальнейшего разрушения.

В результате проведенных исследований было получено:

1.Концентрация кислот влияет на скорость коррозии серых чугунов. Особое влияние оказывает H_2SO_4 при концентрации выше 25%: Vкор. резко уменьшается. Подобное влияние оказывает и HNO_3. Концентрация HCl не влияет на Vкор.

2.Получено влияние Si на Vкор.: как в сером, так и в высокопрочном чугуне содержание Si выше 5% приводит к уменьшению Vкор.

Механическое поведение макета стоподержателя из функционального композиционного материала никелид титана — углепластик при циклических испытаниях

Борисов А.А., Виноградов Р.Е., Сперанский К.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Гусев Д.Е.
МАИ, Москва
wypukborisov@gmail.com

К материалам для протезно-ортопедических изделий предъявляются специальные требования по жесткости, величине упругой деформации и надежности (циклической долговечности). Наиболее распространенным конструкционным композиционным материалом для экзопротезов является углепластик, обладающий высокой удельной прочностью, жесткостью. В то же время у углепластов низкая износостойкость и практически отсутствует пластичность. Это приводит к вероятному хрупкому разрушению изделия во время эксплуатации. Поэтому разработка композиционных материалов на основе углепластов, сочетающих хорошие конструкционные свойства с высокой деформационной циклостойкостью, является актуальной задачей материаловедения.

Для достижения этой цели может быть использован композиционный материал с углеволоконной матрицей, армированный никелидом титана.

Предварительно были проведены статические испытания на трехточечный изгиб для получения деформационно-силовых характеристик, после чего для проведения испытаний на долговечность макетов стоподержателей были отобраны образцы, которые при статическом нагружении имели близкую жесткость, равную 130±10 и 580±20 Н/мм на базе 50 мм. Это позволяло обеспечивать при циклических нагрузках близкие в пределах серии образцов перемещения (прогиб) и производить адекватное сравнение характеристик долговечности.

Так как здоровый человек совершает одной ногой порядка 2500 шагов в день, в качестве характеристики работоспособности макета при наработке на отказ была выбрана предельная величина циклической долговечности (база испытаний), равная 2×105 циклам. Эта величина характеризует срок службы изделия порядка 3 месяцев, что соответствует реабилитационному периоду после операции, когда необходимо применение тутора. Вследствие того, что человек после операции будет совершать меньшее количество шагов, величина 2×105 циклов позволяет говорить о

том, что срок службы изделия продлится больше реабилитационного периода, который необходим для выздоровления пациента.

Испытания, проведенные при максимальной нагрузке 500Н, показали, что амплитуда величины прогиба в цикле нагружения составляет около 3 мм, что соответствует жесткости около 130Н/мм. Образец с 4 слоями направленного углеволокна без армирования никелидом титана успешно прошел усталостные испытания, преодолев величину 2×105 циклов нагружения. В то же время образец с 2 слоями направленного углеволокна, армированный 12 волокнами из проволоки никелида титана диаметром 1 мм, был снят с испытаний после 482 циклов, т.к. произошло разрушение углепластиковой матрицы и армирующих волокон из никелида титана. Макет с 2 слоями углеволокна, армированный проволокой диаметром 2,3 мм, в тех же условиях испытания выдержал 6979 циклов нагружения, после чего произошло разрушение армирующих волокон и матрицы.

Затем испытывали два образца макетов, имеющих жесткость около 600 Н/мм. Первый образец с 7 слоями направленного углеволокна без армирования никелидом титана при максимальной нагрузке в 500 и 700 Н отработал более 2×105 циклов и был снят с испытания без разрушения. Повышение этой нагрузки до 900Н привело к разрушению после 15124 циклов, а при 1100 Н макет разрушился после 15 циклов. В то время как образец с 4 слоями направленного углеволокна, армированный 4 волокнами из проволоки никелида титана диаметром 2,3 мм, успешно выдержал 2×105 циклов при нагрузках от 500 до 900 Н, а при 1100 Н – 45500 циклов. Причем разрушился только углепластик, а никелидные волокна сохранили целостность.

Таким образом, было установлено, что усталостное разрушение композиционных образцов провоцируется наличием границы раздела армирующего волокна и матрицы. Поэтому худший результат показал макет, армированный волокнами диаметром 1 мм и имеющий площадь такой границы в 2,6 раза больше, чем образец с волокнами диаметром 2,3 мм. Показано, что использование волокон никелида титана большего диаметра приводит к тому, что их роль в механическом поведении композита увеличивается. В то же время они испытывают значительно большие циклические деформации, чем в композитах, армированных более тонкими волокнами никелида титана. Из этого следует, что долговечность композита с толстыми волокнами определяет усталостная прочность никелида титана. Испытания долговечности образцов макетов изделий из функционального композиционного материала показали, что при равнозначной жесткости свыше 600 Н/мм, армирование никелидом титана позволяет повысить долговечность при более высоких нагрузках. Для этого матрица материала должна иметь не менее 4 слоев направленного углеволокна, а армирующие волокна желательно иметь диаметром более 2 мм.

Влияние структуры армирования на механическое поведение композиционного материала углепластик – никелид титана

Виноградов Р.Е., Борисов А.А., Сперанский К.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Гусев Д.Е.
МАИ, Москва
r_vinogradov@mail.ru

В настоящее время все большее применение в различных областях промышленности и медицины находят композиционные материалы, обладающие особыми физико-механическими свойствами. Особый интерес представляют композиционные материалы (КМ), в которых матрица из углепластика обеспечивает конструкционную прочность, а в качестве армирующего элемента используется никелид титана, который обладает сверхупругими свойствами.

Образцы композиционного материала были выполнены в виде плоских пластин размером 25×200 мм с различной толщиной, где в качестве армирующих элементов использовали проволоку сплава ТН1 в сверхупругом состоянии диаметром 1 и 2,3 мм с содержанием никеля в сплаве 55,8% по массе, и количество слоев направленного угольного волокна варьировалось от 2 до 7.

Статические испытания образцов проводили при нормальной температуре по схеме трехточечного изгиба с базой 100 мм путем нагружения-разгружения образца с постепенным увеличением прогиба на 1–2 мм при каждом последующем нагружении. После каждого цикла нагружения проверяли наличие остаточной деформации. Испытание заканчивали при разрушении образца или при образовании дефектов (расслоения и т.п.), которые сопровождались резким уменьшением нагрузки на образец. Кроме того, отмечали условия нагружения, при которых в образце образовывались внутренние дефекты, о наличии которых свидетельствовал характерный треск.

Для образцов с двумя слоями углепластика без армирования характерно упругое поведение практически до момента их разрушения, максимальная нагрузка составляет Pmax =52,4 Н, а

жесткость К =3 Н/мм. Армированные проволокой диаметром 1 мм образцы обладают более высокой жесткостью, у образцов с 6 волокнами К =8 Н/мм при Pmax =139, с 8 волокнами К =12 Н/мм, Pmax =175Н и с 12 волокнами К =14 Н/мм, Pmax =240 Н, а отклонение от линейности у них наблюдается при значительно меньших прогибах, что косвенно свидетельствует о проявлении некоторых сверхупругих свойств композиционного материала, армированного никелидом титана в сверхупругом состоянии.

Для армированных образцов появление треска до достижения максимальной нагрузки указывает на возможность появления внутреннего расслоения углеволокна.

Жесткость образцов повышается с увеличением объемной доли армирующих элементов, а прогибы, характерные для максимального нагружения, и области работоспособности снижаются. Еще в большей степени эта тенденция увеличивается при переходе на проволоку диаметром 2,3 мм, у образцов с 2 волокнами К =36 Н/мм, Pmax =334Н, с 3 волокнами К =40 Н/мм, Pmax =440Н и с 4 волокнами К =61 Н/мм, Pmax =582Н.

Необходимо отметить, что для образцов с проволокой 2,3 мм в большей степени характерно сверхупругое поведение, которое проявляется при прогибах свыше 6 мм и в области работоспособности материала составляет 3 – 6 мм прогиба.

Для образцов с матрицей, включающей 4 слоя направленного углеволокна, наблюдаются кривые нагружения, аналогичные двухслойным образцам. Можно отметить, что в четырехслойных образцах без армирования «треск» происходил ранее достижения максимальной нагрузки, что ограничивает область его работоспособности прогибом в 20 мм.

В случае образцов с семью слоями направленного углеволокна армирование приводит к увеличению их жесткости, для образцов с 8 волокнами К =118 Н/мм, Pmax =1132Н и с 12 волокнами К =141 Н/мм, Pmax =930Н, но мало изменяет предельный прогиб. Для этих образцов сверхупругое поведение проявляется в меньшей степени. Для образца, армированного двенадцатью проволоками диаметром 1 мм, после частичного разрушения углепластиковой матрицы наблюдается разрыв проволок из никелида титана с фрагментацией образца. В остальных случаях разрушения никелида титана не наблюдали.

Установлена закономерность влияния количества слоев углепластика и армирующих элементов, а также диаметра проволоки на механическое поведение композиционного материала, согласно которой армирование углепластика проволокой из никелида титана приводит к увеличению его прочностных характеристик (жесткость возрастает в 3 раза) и снижению деформационных, аналогичным образом на это влияет увеличение диаметра армирующего элемента. Кроме того, с ростом числа слоев углеволокна отношение разности толщин, армированных и неармированных образцов при равных жесткостях становится меньше, и, соответственно, разрушение проволоки из никелида титана не происходит.

Разработка технологии высокотемпературной диффузионной пайки рабочего колеса конструкции типа «блиск» из разноименных жаропрочных никелевых сплавов

Галушка И.А.
Научный руководитель — д.т.н. Оспенникова О.Г.
ФГУП "ВИАМ", Москва
Gelixx@yandex.ru

В настоящее время в авиационной промышленности в качестве силовой установки наибольшее распространение получили газотурбинные двигатели. Такие характеристики, как удельная тяга и повышенный эксплуатационный ресурс, являются одними из определяющих, когда заходит речь об эффективности конечного изделия. Увеличение этих характеристик возможно благодаря уменьшению массы двигателя и его подвижных частей. Наиболее перспективным является снижение массы рабочего колеса турбины, работающего на высоких оборотах.

Традиционно для соединения лопаток с диском ротора ГТД применяется механическое разъемное соединение, характеризующееся высокими контактными напряжениями, возникающими в процессе работы. Одним из путей решения данной проблемы является замена разъемного механического соединения диска с лопатками на неразъемное, обеспечивающее более равномерное распределение нагрузки в зоне контакта. Применение неразъемного соединения лопаток с диском обеспечит снижение массогабаритных показателей соединительных частей диска и лопаток при сохранении требуемого уровня прочности соединения.

При создании современного ГТД, отвечающего высоким техническим требованиям, для изготовления деталей ротора ГТД (диска и лопаток) выбирают материалы исходя из условий их

работы. Рабочие лопатки современных ГТД, применяемые в авиации, длительно работают при температурах до 1150°С и требуют высокого сопротивления ползучести. Литейные монокристаллические никелевые жаропрочные сплавы наиболее полно соответствуют этим требованиям. Диски колес ГТД, в свою очередь, работают при относительно невысоких температурах (до 850°С), но должны обладать высокой длительной прочностью и усталостью. Кроме того, выбранный материал диска должен поддаваться обработке давлением для получения крупногабаритных деталей сложной формы. Подобным требованиям в значительной мере отвечают никелевые жаропрочные деформируемые сплавы. Комбинирование двух разноименных материалов в конструкции ротора турбины позволит создать конструкции, работающие в оптимальных для каждого из материалов условиях. Поэтому для реализации технологии изготовления конструкции типа «блиск» необходима разработка технологии получения высокопрочного неразъемного соединения из разноименных никелевых жаропрочных сплавов.

Наиболее перспективными технологиями получения неразъемных соединений никелевых жаропрочных сплавов применительно к соединению лопаток с диском являются: горячее изостатическое прессование (ГИП) порошкового диска совместно с лопатками, линейная сварка трением, диффузионная сварка и диффузионная пайка. Для реализации технологии изготовления неразъемного соединения был выбран метод высокотемпературной диффузионной пайки. При изготовлении ротора ГТД конструкции типа «блиск» методом пайки в диске нарезаются пазы для установки лопаток, обеспечивающие точное позиционирование лопаток друг относительно друга без применения сложной оснастки. В процессе диффузионной пайки не требуется приложения нагрузки, что исключает пластическую деформацию, которая может привести к рекристаллизации материала лопаток.

В качестве материала лопаток был выбран литейный монокристаллический сплав ВКНА-25, в качестве материала диска – деформируемый жаропрочный сплав ЭП975. Для пайки данного сочетания материалов проводилась оценка серийных припоев (ВПр24, ВПр47, ВПр48), а также опытных составов припоев на их основе с температурой пайки не выше 1220°С. Для выбора оптимального припоя проводилась оценка технологических характеристик, таких как угол смачивания, площадь растекания, а также величина эрозионной активности. На основании полученных результатов был выбран припой, обладающий оптимальным комплексом технологических характеристик, которому была присвоена марка ВПр56.

Проведенные исследования микроструктур паяных соединений сплавов ЭП975 и ВКНА-25, выполненных припоем ВПр56 с различными режимами термической обработки позволили выбрать оптимальный режим термической обработки и разработать технологию пайки сплавов ЭП975 и ВКНА-25, обеспечивающую:

• Качественное бездефектное формирование паяного соединения;

• Исключение эвтектических и интерметаллидных включений в паяном шве шириной до 190 мкм;

• Малую зону диффузионного взаимодействия припоя и паяемых материалов (до 40 мкм в сплаве ВКНА-25 и до 110 мкм в сплаве ЭП975);

• Длительную (100-часовую) прочность паяного соединения с величиной сборочных зазоров до 150 мкм на уровне 313-352 МПа, что составляет 0,8-0,9 от прочности сплава ЭП975.

Полученные результаты исследований применялись при изготовлении образца демонстратора рабочего колеса турбины вертолетного двигателя конструкции типа «блиск» из сплавов ЭП975 и ВКНА-25, в котором соединение диска с лопатками было выполнено методом пайки с применением припоя ВПр56. Испытания на динамическом стенде образца демонстратора, проводимые на базе АО «ОДК-Климов», показали его работоспособность при частотах вращения ротора на уровне 105% от эксплуатационных.

Сравнительный анализ структуры и свойств образцов из титановых сплавов, полученных при помощи аддитивных технологий

Герман М.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
ferrarigerman@gmail.com

В настоящее время аддитивные технологии являются быстро развивающимся и перспективным направлением в порошковой металлургии. С использованием 3D-печати реально получать полуфабрикаты и изделия из металлических материалов. В работе был проведен сравнительный анализ образцов, полученных при помощи различных технологий аддитивного производства. В

настоящее время спектр применения изделий, напечатанных на 3D-принтере, крайне широк – авиация, машиностроение и медицина.

В рамках исследования были изучены образцы из титанового сплава Ti-6Al-4V, напечатанные при помощи двух различных видов аддитивных технологий – SLM (Selective Laser Melting – Селективное лазерного сплавление) и DMD (Direct Metal Deposition – Прямое нанесение металла).

Несомненным преимуществом 3D-печати является возможность получать изделия сложной формы высокого качества со свойствами, близкими к полуфабрикатам, полученным по стандартным технологиям. Кроме того, аддитивное производство является фактически безотходным. Существует и ряд недостатков, свойственных порошковой металлургии, например – вероятность неоднородности химического состава порошка и возникновение пор.

На первом этапе работы была изучена структура образцов, полученных при помощи технологии селективного лазерного сплавления. Структура образцов представлена мартенситом α'. Образование мартенсита обусловлено высокой скоростью отвода тепла от зоны спекания гранул. О том, что структура в основном представлена мартенситом, свидетельствует и тот факт, что после проведения рентгеноструктурного анализа на дифрактограммах не обнаружено отражений от β-фазы. Твердость образцов колеблется от 35 до 38 ед. HRC. Это, возможно, связано с разными условиями охлаждения слоев в процессе «выращивания» образцов. Плотность образцов в исходном состоянии составила 4,2 г/см^3, что практически не отличается от плотности образцов, полученных по промышленной технологии.

Исследования образов, изготовленных при помощи прямого нанесения металла, показали, что структура образцов представлена α-фазой, имеющей пластинчатую морфологию, и небольшим количеством β-фазы, что подтверждает рентгеноструктурный анализ. Кроме того, в плоскости, перпендикулярной выращиванию образца, четко просматривается α-«оторочка». Измерение твердости после 3D-печати показало существенное отличие твердости в зависимости от направления – 37 ед. HRC в плоскости выращивания и 32 ед. HRC в перпендикулярном направлении.

На следующем этапе был проведен отжиг образцов, полученных при помощи различных аддитивных технологий.

Была изучена структура 3D-образцов, полученных методом SLM, после отжига. Отжиг проводили при стандартной температуре 820С в вакууме, чтобы не допустить окисления их поверхности. Структура образцов после отжига представлена α-фазой, имеющей пластинчатую морфологию, «наследуемую» от исходной структуры мартенсита, и небольшим количеством β-фазы. Отжиг приводит к формированию однородной структуры. Размер «α-оторочки» соизмерим с размером α-пластин в теле зерна, поэтому она четко в структуре не выявляется. Среднее значение твердости после отжига составляет 35 ед. HRC.

На следующем этапе работы был проведен отжиг образцов, изготовленных при помощи технологии DMD, по режиму: 820С, 1 час, с охлаждением на воздухе. В результате термической обработки кардинальных изменений в структуре не произошло. Заметен незначительный рост пластин α-фазы. Твердость после термической обработки во всех направлениях выравнивается и составляет 37 ед. HRC.

На конечном этапе были проведены механические испытания образцов в исходном состоянии после 3D-печати и термической обработки.

SLM-образцы в исходном состоянии имеют прочность порядка 1130 МПа, что обусловлено наличием напряжений и мартенситной структурой. Вакуумный отжиг при температуре 820С обеспечивает распад мартенсита и снятие внутренних напряжений, что приводит к снижению предела прочности до 990 МПа.

Механические испытания DMD-образцов в исходном состоянии показали высокую анизотропию свойств в различных направлениях. Предел прочности существенно выше в продольном (1100 МПа), чем в перпендикулярном выращиванию (1030 МПа) направлении. Отжиг при температуре 820С приводит к некоторому снижению прочностных характеристик, а анизотропия свойств в двух перпендикулярных направлениях сохраняется. Значение предела прочности составляет около 990 МПа в направлении выращивания и 1050 МПа в поперечном направлении. Наблюдается некоторое увеличение пластичности.

Таким образом, проведенные исследования показали, что отжиг образцов, полученных двумя разными методами (SLM и DMD), приводит к формированию однотипной структуры с уровнем прочности, сопоставимым с прочностью отожженных деформированных полуфабрикатов из сплава Ti-6Al-4V.

Исследование качества поверхностного слоя при использовании процесса глубинного шлифования

Двинянинова Л.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Волков Д.И.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
lvd0@yandex.ru

Высокая эффективность глубокого шлифования была разработана на основе комбинации высокоскоростного и шлифования с ползучей подачей. Оно может характеризоваться своей способностью достигать высоких скоростей удаления материала с заготовки и производить высококачественную чистовую обработку заготовки, используя большую глубину резания, высокие скорости подачи и высокие скорости вращения колес. Таким образом, глубинное шлифование не соответствует выводам обычного шлифования, которые предсказывают, что увеличение отдельных параметров, таких как скорость колеса, глубина резания или удельная скорость удаления, приводит к повышению температуры, что может повредить обрабатываемую деталь. Эти параметры устанавливаются на очень высоком уровне при высокой эффективности глубокого измельчения, и все же температуры измельчения ниже, чем при обычном измельчении. Несмотря на свои фундаментальные преимущества, высокая эффективность глубокого измельчения еще не получила широкого применения. Это может быть объяснено общим отсутствием информации относительно аспектов проектирования, контроля и управления этой относительно новой технологией.

Обработка деталей методом глубинного шлифования из титановых сплавов представляет собой определенный интерес для предприятий, производящих авиационную технику. Титановые сплавы применяются для изготовления лопаток компрессора и дисков. Они обладают такими свойствами, которые выделяют их среди других материалов. Так как титан имеет высокие механические свойства, хорошую теплостойкость, коррозионную стойкость и прочность с низкой плотностью, сплавы на основе титана находят большое применение в авиационной технике. Однако эти сплавы характеризуются низкой теплопроводностью и температуропроводностью, высокой химической активностью и сродством с другими элементами, что вызывает определенные трудности при механической обработке. При глубоком шлифовании возможна концентрация тепловой энергии в тонком поверхностном слое, что может привести к недопустимому повышению температуры и появлению дефектов в виде прижогов с характерными структурно-фазовыми изменениями, которые в значительной степени снижают характеристики усталостной прочности деталей.

Исследования процесса глубинного шлифования производились на трех представителях титановых сплавов, имеющих различную исходную структуру: ОТ4 – α; ВТ3-1 – α+β; ВТ9 – β. Шлифование осуществлялось абразивными кругами 63CF60H10V (63С25ПМ110К5).

По результатам эксперимента можно узнать, что характер распределения остаточных напряжений в поверхностном слое титановых сплавов при глубинном шлифовании похож на распределение, полученное при шлифовании сплавов на основе никеля. В отличие от титановых, для никелевых сплавов структурные изменения не характерны.

Литература

1. Глубинное шлифование лопаток турбин. В. А. Полетаев, Д. И. Волков. – М.: Машиностроение, 2009. – 272 с.

Сравнительные испытания усталостной прочности адгезионного соединения стеклопластик–алюминиевый сплав

Демин Д.В., Салтыков А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бабин С.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
denis_demin_acm_1899@mail.ru

В настоящее время одним из актуальных направлений развития конструкционных материалов в авиа- и ракетостроении является применение слоистых композиционных материалов, алюмополимерных типа СИАЛ-1 и титанополимерных конструкций [1].

Важным аспектом качества такого рода материалов является адгезионная прочность соединения металла со стеклопластиком и, в частности, усталостная прочность.

В данной работе проводились сравнительные исследования различных способов адгезионных соединений стеклопластика с металлом (алюминиевый сплав Д16А-Т). Исследовалась усталостная прочность клеевых соединений стеклопластика с металлом на образцах, изготовленных по базовой

технологии (ан.окс Д16А-Т+грунт ЭП214+ВК50+ стеклопластик ВПС20) и с применением переходного плазмонапыленного слоя (Д16А-Т+ПН70Ю30+ЭП741+ВПС20) [2]. Рабочий участок испытуемых образцов составлял 15х15 мм, толщина слоев алюминиевого сплава и стеклопластика по 4 мм. Испытания проводились на срез, на универсальной растяжной машине УРС-1 при асимметричном цикле нагружения со степенью асимметрии 0.1.

Результаты испытаний показали, что применение плазменнонапыленного промежуточного слоя позволяет повысить усталостную прочность приблизительно на 120%. На базе испытаний 107 циклов базовая технология показала предел усталостной прочности 5 МПА, алюмополимер с промежуточным пористым и шероховатым слоем 11МПа. Следует отметить, что данное повышение усталостной прочности достигается только при пределе статической прочности на сдвиг адгезионного соединения образцов с плазменнонапыленным промежуточным слоем 40МПА и выше. Образцы с меньшей статической прочностью – 28МПа показали повышение усталостной прочности до 60%.

Данные результаты свидетельствуют о том, что увеличение несущей способности клеевого соединения обуславливается увеличением площади контакта адгезива с поверхностью металла за счет промежуточного плазменнонапыленного слоя с развитой шероховатой и пористой поверхностью. Кроме того, увеличение длительности вакуумной пропитки при формировании стеклопластика одновременно с формированием адгезионного соединения с металлом приводит к повышению полноты межфазного контакта адгезива стеклопластика с промежуточным шероховатым и пористым покрытием. Замена пластичного клея ВК50 на более жесткое связующее стеклопластика ВПС20 не привело к ожидаемому снижению прочности клеевого соединения за счет увеличения остаточных напряжений дополнительно нагружающих клеевой слой. Шероховатый и пористый промежуточный слой, выполненный плазменным напылением на алюминиевый сплав Д16А-Т слоев ПН70Ю30+ЭП741, представляет возможность осуществить более плавный переход от дилатометрических свойств металла к дилатометрическим свойствам стеклопластика, что приводит к снижению остаточных напряжений в композиционном соединении и увеличивает прочность соединения стеклопластик–металл.

Список литературы

1. В.В.Антипов и др. Конструкционные слоистые материалы. \\ Клеи. Герметики. Технологии, №6, 2012 г.

2. Бабин С.В., Егоров Е.Н., Фурсов А.А. Исследование влияния плазменно-напыленного промежуточного слоя на адгезионную прочность соединения стеклопластик металл Вестник Московского авиационного института/, 2017 г., т.24, №14. С. 88-94.

Измерение модуля упругости фаз алюминиево-железистой бронзы БрАЖ9-4 методом сканирующей зондовой микроскопии

Епифанцев М.А., Чаплыгин К.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воронин С.В.
Самарский университет, Самара
misha199808@gmail.com

Алюминиево-железистая бронза широко распространена в различных направлениях машиностроения. Данный материал доступен и, в связи с его отличным антифрикционным свойствам, применяется для изготовления деталей, которые способны противостоять трению при интенсивных режимах эксплуатации, таких как крышки и вкладыши подшипников, винты, клапаны насосов, шестерни. Данные детали являются достаточно ответственными, и при их производстве важно знать необходимые механические свойства, такие как модуль упругости, твердость, коэффициент Пуассона, кристаллографическая ориентация зерен и другие. Одним из таких сплавов является бронза БрАЖ9-4. Как и многие медесодержащие материалы, данный сплав в основном поставляется в виде прутков, листов и проката. Данный сортамент обычно имеет направленную структуру, что сильно повышает анизотропию механических свойств, которые необходимо учитывать при обработке.

В настоящей работе осуществлялось измерение модуля упругости, предварительно подготовленного методом механической полировки на полировочном круге и подвергнутого электролитическому травлению при заданных режимах образца алюминиево-железистой бронзы БрАЖ9-4, методом сканирующей зондовой микроскопии на приборе «НаноСкан».

Структура образца состоит из α-фазы, γ-фазы и железистой составляющей; α-фаза – это твердый раствор алюминия в ГЦК-меди, а γ-фаза является эвтектоидом на основе электронного соединения

Cu32Al19 со сложной кубической решеткой [Л]. Целью данной работы является измерение модуля упругости α-фазы и γ-фазы.

В процессе выполнения исследования производилось сканирование поверхности образца на силовом сканирующем нанотвердомере «НаноСкан». Была получена карта распределения механических свойств участка размером 133х133 мкм. После проведения сканирования производилось измерение модуля упругости каждой фазы.

В результат измерений определено, что зерна α-фазы обладают модулем упругости в диапазоне от 185 ГПа до 231 ГПа. Полученные значения выше, чем для чистой меди, что объясняется внедрением алюминия в ГЦК решетку меди. Значения модуля упругости для γ-фазы находятся в диапазоне от 80 ГПа до 106 ГПа, а также имеются некоторые скачки в значениях, что можно объяснить неравномерностью структурных составляющих.

Литература

Мальцев М. В Металлография промышленных цветных металлов и сплавов. [Текст] / Мальцев М. В., 2-е изд. Изд-во ≪Металлургия≫, 1970, 364 с

Низкотемпературное ионное азотирование титановых сплавов

Журавлев О.С., Тагиров А.Ф., Лунегов В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агзамов Р.Д.
УГАТУ, Уфа
olegzhuravlev1996@mail.ru

Титановые сплавы нашли широкое применение не только в авиационной, но и в космической технике благодаря своим универсальным механическим, физическим, а также технологическим свойствам, таким как: немагнитность, жаропрочность и высокая коррозионная стойкость. Несмотря на свои достоинства, сплавы имеют и ряд недостатков: невысокая поверхностная твердость и неудовлетворительные триботехнические характеристики.

Для повышения физико-механических свойств деталей из титановых сплавов нужно прибегнуть к химико-термической обработке (ХТО), а точнее, к процессу азотирования. Процесс необходимо проводить при температурах 800-900°С. Значит, традиционное газовое азотирование в данном случае не представляется возможным, поскольку это приведет к короблению тонкостенных деталей, изменению микрогеометрии поверхности и структуры титановых сплавов.

Решение проблемы сводится к применению низкотемпературного ионного азотирования, температура которого колеблется от 450°С до 600°С. Что, в свою очередь, является одним из наиболее эффективных способов поверхностной обработки, которая повышает твердость и износостойкость титановых сплавов.

Целью данной работы является исследование влияния технологических параметров низкотемпературного ионного азотирования на микротвердость и глубину модифицированного слоя в титановых сплавах. Эксперименты были проведены на образцах из титанового сплава ВТ6 после ионного модифицирования азотом.

Процесс низкотемпературного ионного азотирования титанового сплава ВТ6 представлен результатами двух серий экспериментов: в несамостоятельном сильноточном разряде и в тлеющем разряде при различных режимах.

В данной работе представлены результаты влияния режимов низкотемпературного ионного азотирования на поверхностную микротвердость и кинетику роста модифицированного слоя. После проведения экспериментов можно сделать вывод, что после азотирования поверхностная микротвердость по сравнению с исходным значением (350 кгс/мм2) увеличивается. Прирост микротвердости составляет 11-13%.

Образование на поверхности образцов нитрида титана способствует увеличению микротвердости после ионного модифицирования.

Представлены графики распределения микротвердости по глубине азотированного слоя, по которым можно сделать следующий вывод: эффективность модификации поверхности зависит от условий проведения процесса.

Установлено, что в течение 1 часа после азотирования в тлеющем разряде было выявлено: при температуре 450°С глубина азотированного слоя равнялась 10 мкм; при 500°С – 13 мкм, и при 600°С – 17 мкм; после азотирования в несамостоятельном сильноточном дуговом разряде при температуре 450°С глубина азотированного слоя составила 15 мкм, при 500°С – 20 мкм, и при 600°С – 30 мкм.

Рентгеноструктурный анализ показал формирование поверхностных остаточных напряжений сжатия после обработки в тлеющем разряде. После обработки в несамостоятельном сильноточном дуговом разряде на поверхности образцов наблюдаются растягивающие напряжения

Исследование термомеханического поведения образцов композиционного материала «никелид титана – силикон»

Журбина Е.В., Кавченко Е.В., Макаров Ф.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гусев Д.Е.
МАИ, Москва
zhurbina.ek1@yandex.ru

Для некоторых видов протезно-ортопедических изделий существует необходимость изменения рабочей формы в процессе эксплуатации. Это, как правило, обеспечивается конструкцией изделия за счет применения различных шарнирных и других соединений отдельных элементов. Однако такой подход приводит к значительному удорожанию изделия и потере эстетичности. Решение проблемы возможно путем разработки биосовместимого функционального композиционного материала, в котором полимерная матрица армирована волокнами из сплава на основе никелида титана в мартенситном состоянии, который мог бы применяться в пластической области с достаточно высокой деформационной циклостойкостью, например, для экзопротезов кистей рук и т.п.

Для изготовления армирующих волокон использовали проволочные образцы из сплава ТН1 с содержанием никеля 55,7% по массе диаметром 1,2±0,05 мм и длиной 100 мм, которые подвергали термической обработке с целью обеспечения температур восстановления формы выше 40°С. В качестве матрицы композиционного материала применяли двухкомпонентный силиконовый компаунд холодного отверждения медицинского назначения “ПентЭласт-750”.

Образцы композиционных материалов изготавливали в виде пластин размером 10х80 мм и толщиной 4±0,05 мм. Волокна располагали вдоль длинной стороны образцов в один ряд на одинаковом расстоянии друг относительно друга для обеспечения равномерного распределения полимера между волокнами.

На первом этапе было исследовано термомеханическое поведение волокон из никелида титана в сравнении с образцом из неармированного силикона. Было выявлено, что неармированный силикон не способен накапливать какую-либо измеримую остаточную деформацию, в то время как исследованные волокна из никелида титана в мартенситном состоянии способны к значительному остаточному формоизменению и накапливают остаточную деформацию более 6% по мартенситному механизму (изгиб вокруг оправки диаметром 15 мм).

На следующем этапе изучали влияние технологии получения образцов из композиционного материала (без аппрета на армирующем волокне и с аппретом) на измеряемую остаточную деформацию в зависимости от времени выдержки под нагрузкой при различных значениях наводимой деформации. Результаты показали, что остаточная деформация образца композиционного материала может достигать 14–16%, что соответствует изгибу радиусом 20–23 мм. В частности, такой изгиб соответствует полному сгибанию пальцев, что свидетельствует о приобретении композиционным материалом способности к значительному пластическому формоизменению. При этом остаточная деформация незначительно увеличивается с увеличением времени выдержки под нагрузкой, достигая насыщения после выдержки в течение 45 минут. Однако прирост остаточной деформации не превышает 2%.

Сравнение остаточной деформации, накапливаемой образцами композиционного материала, изготовленных без использования аппретирующего слоя на поверхности волокон из никелида титана, а также после его применения с целью увеличения адгезионной прочности не выявило существенных различий.

Таким образом, введение волокон из никелида титана в силиконовую матрицу позволяет создать композиционный материал, обладающий значительным остаточным формоизменением, а также введение слоя аппрета в технологическую схему изготовления композиционного материала не будет оказывать существенного влияния на величину остаточного формоизменения.

Структурно-фазовые превращения в интерметаллидном титановом сплаве ВТИ-4 системы Ti-22Al-25Nb, индуцированные высокотемпературной деформацией при осадке

Заводов А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ночовная Н.А.
ФГУП "ВИАМ", Москва
zavodovad@gmail.com

В работе были исследованы структурно-фазовые изменения в сплаве ВТИ-4 системы Ti-22Al-25Nb при высокотемпературной осадке со скоростью ~ 1 с-1. Горячая динамическая осадка на ручном прессе была проведена в диапазоне температур 850 – 1130 °С, охватывающем три фазовых области: β+О+α2, β+α2, β/В2. Выбор температур основывался на результатах ДСК-анализа исходного материала. При каждой температуре (850, 910, 950, 1020 и 1130°С) были достигнуты три степени деформации в 25 %, 45 % и 65 %. При температурах 850, 950 и 1020 °С были получены реологические данные. В процессе динамической осадки образуются застойные зоны, области равномерного течения и зоны активной деформации. Исследования методом РЭМ выявили, что в зонах активной деформации происходит растворение и сфероидизация пластинчатой О-фазы. Исследования методом РСА и ПЭМ с применением ЭДС-анализа обнаружили фазовое превращение О→α2 при температуре деформации 950 °С как следствие обеднения Nb частиц О-фазы. Оба процесса являются следствием локального разогрева материала во время деформации. Методами светлопольной просвечивающей электронной микроскопии был изучен процесс динамической рекристаллизации и разложен на три стадии: наклеп исходного β-зерна и растворение упрочняющей фазы, динамическая рекристаллизация, рост зерна. При температуре деформации 1130 °С сплав имеет упорядоченное однофазное состояние с доменной структурой. Выявлено, что антифазные границы доменов не участвуют в процессе пластического течения, растворяясь при повышении температуры и повторно выделяясь при охлаждении. Все изменения структурного и фазового состояния материала коррелируют со значениями твердости. Относительное положение кривых в координатах ε-HRC зависит от изначальной доли упрочняющей О-фазы. По результатам исследований предложен механизм сфероидизации пластинчатой О-фазы и превращения О→α2.

Катодная медь как идеальный проводник

Зайцева Е.С.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Харин А.А.
ФГБОУ ВО «МГТУ "СТАНКИН"», Москва
Zhenyapfqrf@mail.ru

В настоящее время человечеству стало сложнее обходиться без разнообразных гаджетов, значительно облегчающих выполнение повседневных задач и позволяющих иметь доступ к актуальной информации. Жизненная необходимость данных устройств не поддается сомнению. Мы не сможем быстро и удобно разогревать себе еду или за кратчайшие сроки передвигаться между несколькими достаточно удаленными точками, летать в космос и изучать просторы нашей Вселенной. Используемая в нашей повседневной жизни техника кажется нам настолько привычной, что мы зачастую не задумываемся о ее конструкции, сборке и составе.

Одним из незаменимых элементов в производстве современной техники является катодная медь. Данный металл получается очищенным методом электролиза, поэтому обладает высоким уровнем теплопроводности и электропроводности, тем самым являясь идеальным проводником электрической энергии. Кроме того, катодной меди присущи такие свойства, как высокая коррозийная стойкость и низкий коэффициент трения, тем самым доказывается ее долговечность и прочность.

Область применения меди достаточно велика и многогранна. Медная проволока используется практически во всех установках, машинах, приборах, аппаратах, где происходит производство, передача или использование электрической энергии. Катодная медь является важнейшим элементом в медицинской, военной и, конечно же, в авиационной и ракетно-космической промышленности. Применение проволоки из меди также распространяется на изготовление заклепок, гвоздей, фурнитуры; в строительстве, машиностроении, полиграфии, легкой и электровакуумной промышленности. Катодная медь играет в нашей жизни огромную роль, она сопровождает нас в течение всего нашего существования, облегчая нам жизнь и усовершенствуя возможности современного мира.

Делая вывод из всего вышеперечисленного, хочу отметить, что в наш информационный век катодная медь представляет собой жизненно необходимый материал, ведь именно благодаря ему мы имеем огромное количество возможностей сегодня, такие, как современные гаджеты, бытовая техника, ракеты и различные способы передвижения. Поэтому я с уверенностью могу отметить, что медь, в частности катодная, является проводником всей нашей прекрасной жизни.

Список литературы

1. Коробкин А.Д. Исследование химических свойств меди и ее соединений URL: https://school-science.ru/6/13/37370 (дата обращения: 14.02.2019)

2. Подкуйко А.И. Роль инжиниринговых услуг в развитии технологических инноваций (на примере субъекта Российской Федерации) / Пастухов В.В., Подкуйко А.И., Харин А.А., Харин А.А. // Инновации. 2016. № 3 (209). С. 42–46.

3. Елбакиев А.М. Основные инструменты государственной поддержки развития инжиниринговой деятельности в Российской Федерации / А.М. Елбакиев, А.И. Подкуйко, А.А. Харин // Вестник МГТУ «Станкин». 2016. №4(39). С. 131-135.

Прогнозирование температуры полиморфного превращения слитков титанового сплава ВТ6

Захаренко И.В., Соседова О.С., Кудряшов Н.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Егорова Ю.Б.
МАИ, Ступино
dronovani@mail.ru

Применение титановых сплавов не ограничивается только авиационной и космической техникой. Благодаря удачному сочетанию физико-механических и антикоррозионных свойств титан и его сплавы считаются одними из лучших биосовместимых металлических материалов для изготовления имплантатов (например, деталей эндопротезов тазобедренного сустава, пластин и штифтов для лечения переломов, стоматологических коронок и т.п.) [1]. Одним из наиболее распространенных титановых «медицинских» сплавов является сплав ВТ6. Химический состав сплава ВТ6 для медицинского применения регламентирован ГОСТ Р ИСО 5832-3, в соответствии с которым возможно значительное изменение содержания основных компонентов (алюминия и ванадия) и примесей (кислорода, азота, углерода, железа). Алюминий является более сильным упрочнителем в титановых сплавах по сравнению с ванадием. Он хорошо растворяется в α- и β-фазах, что приводит к общему твердорастворному упрочнению, равному 60 МПа на 1,0 % (масс.). Влияние ванадия на прочность меньше и составляет 30 МПа на 1,0 % (масс.). Поэтому изменение содержания алюминия и ванадия в допустимых для сплава ВТ6 интервалах, равных 5,3÷6,8% (масс.) и 3,5÷5,3% (масс.) соответственно, может значительно влиять на механические свойства полуфабрикатов и конечных изделий [2]. Кроме этого, колебания легирующих элементов и примесей могут приводить к изменению температуры полиморфного превращения (ТПП) слитков, которая является важной не только физической, но и технологической характеристикой титановых сплавов. В зависимости от ТПП проводят назначение температурно-скоростных режимов горячей обработки давлением, термической обработки, диффузионной сварки.

Цель работы состояла в установлении моделей для прогнозирования ТПП в зависимости от колебаний химического состава слитков сплава ВТ6. Объектами исследования стали 37 слитков, выплавленных по промышленной технологии с 2013 по 2016 годы. ТПП определяли методом пробных закалок. По производственной инструкции ТПП должна составлять 950-10000 С. Статистический анализ был проведен с помощью программного продукта «Statistica». Полученные результаты показали, что для алюминия, ванадия и кислорода максимальные значения совпадают с верхней границей нормативного диапазона легирования. ТПП изменяется от 970 до 10750 С, т.е. абсолютный размах составляет 1050 С, а трехсигмовый интервал (статистический диапазон легирования) – 1700 С. Верхнее значение ТПП лежит выше установленной границы на 750С. Такие большие колебания могут быть обусловлены разбросом содержания алюминия (размах соответствует 1,32%), ванадия (1,28%), кислорода (0,15%), азота (0,041%), углерода (0,075%). На основе многофакторного корреляционно-регрессионного анализа получено несколько адекватных линейных и нелинейных моделей. Модели позволяют прогнозировать ТПП в зависимости от содержания основных компонентов Al, V, а также примесей внедрения O, N, C. Кроме этого, предложены модели с использованием эквивалентов по алюминию и молибдену. Проведено сравнение фактических и расчетных значений ТПП. На основе проведенных исследований разработаны рекомендации по стабилизации разброса и прогнозированию ТПП слитков сплава ВТ6 с доверительной вероятностью 0,95.

Список литературы
1. Егоров Е.Н. Разработка технологии создания пористого титанового покрытия на деталях эндопротезов тазобедренного сустава путем плазменного напыления. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., М.: МАТИ, 2006, 186 с.
2. Митропольская Н.Г. Влияния химического состава и структуры на обрабатываемость резанием титановых сплавов ВСТ2К и ВТ6. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. М.: МАИ, 2017. – 181 с.

Влияние обработки поверхности на характеристики скручивания винта из титанового сплава для накостного остеосинтеза

Зинченко А.С., Зулкарнеева Л.Ф., Соловьев А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
nastsz02@gmail.com

В современной медицине для хирургического лечения переломов костей различной степени сложности нашли широкое применение медицинские изделия для погружного остеосинтеза. В частности, используются устройства из титановых сплавов, конструкции которых включают пластины и фиксирующие винты, для хирургической репозиции костных отломков непосредственно в зоне перелома костей. Благодаря своей конструкции и биомеханическим характеристикам такие устройства обеспечивают стабильную фиксацию отломков в правильном положении с сохранением функциональной оси сегмента, стабилизацию зоны перелома до полного сращения.

Успешное применение конструкций из титановых пластин во многом зависит от эффективности и стабильности фиксации их к кости, что в свою очередь определяется материалом и свойствами винтов. Во избежание развития контактной коррозии для изготовления винтов следует применять одинаковый с пластиной материал. Однако, как показывает хирургическая практика, существует необходимость в повышении прочности головок титановых винтов, которые ломаются при повторной операции по удалению металлической конструкции после залечивания перелома. Поэтому изучение вопроса обработки поверхности головок титановых винтов является актуальным.

В экспериментальной части исследовано влияние обработки поверхности на значения крутящих моментов по результатам испытаний на вкручивание и выкручивание винта из титанового сплава для накостного остеосинтеза.

Исследования проводили на кортикальных винтах типа НА 3,5 (ГОСТ Р 50582) для пластин с угловой стабильностью, применяющихся в малоинвазивном накостном остеосинтезе при переломах костей. Винт изготовлен из титанового сплава марки ВТ6. Кортикальный винт имеет мелкую сферическую резьбу (3,5 мм) по всей длине тела и коническую резьбу на сферической головке (6 мм) с внутренним шестигранником под ключ (ГОСТ 10753). Поверхность головок полученных винтов подвергали вакуумному ионно-плазменному азотированию и нанесению покрытия из нитрида титана.

Момент затяжки при вкручивании и момент страгивания при выкручивании винта определялся по методике, основанной на ГОСТ Р 50581 (РФ) и стандарте ASTM F543-13 (США): испытуемый винт вводят в титановую пластину для остеосинтеза через отверстие в ней, а затем в деревянный брусок, в предварительно высверленное отверстие, и вкручивают с помощью шестигранной отвертки. Древесина служит имитацией костной структуры кортикальной кости. Для приложения крутящего момента использовался динамометрический ключ с цифровой индикацией. Затяжка винта осуществлялась с максимальным моментом не менее 6 Н·м (М1). При выкручивании винта фиксировали крутящий момент при его страгивании (М2), затем высчитывали относительное изменение (Δ, %) крутящих моментов при вкручивании и выкручивании винта.

На первом этапе исследовали изменение крутящего момента при вкручивании тела винта в деревянный брусок напрямую, без использования пластины. При испытании использовали винты с исходным состоянием поверхности. Результаты испытаний показали, что крутящие моменты затяжки и страгивания винта при, соответственно, вкручивании и выкручивании его непосредственно в деревянный брусок составляют очень малую величину – около 0,09 Н·м. Поэтому при испытаниях с пластиной можно пренебречь вкладом крутящего момента при вкручивании тела винта в деревянный брусок.

На следующем этапе испытаниям на крутящий момент при вкручивании и выкручивании подвергались винты с обработанными по различным режимам головками. Наименьшее изменение крутящего момента при затяжке и страгивании показали винты без обработки поверхности головок и

после покрытия их нитридом титана – 7,6% (М1=6,09 Н·м, М2=5,63 Н·м) и 3,0% (М1=6,00 Н·м, М2=5,82 Н·м), соответственно. После азотирования и азотирования с нанесением покрытия TiN винты выкручивались с приложением меньших крутящих моментов – разница составила 22,8 (М1=6,06 Н·м, М2=4,68 Н·м) и 17,1% (М1=6,10 Н·м, М2=5,06 Н·м), соответственно. В процессе испытаний ни один винт не был поврежден или сломан.

Таким образом, применение различных режимов обработки поверхности головок титановых винтов не ухудшает механические характеристики изделий и не приводит к их повреждению, а применение азотирования способствует снижению крутящего момента при выкручивании винта и изъятию его из пластины с наименьшими усилиями, что гарантирует целостность изделия.

Влияние выдержки при термической обработке старением на сопротивление срезу высокопрочного титанового сплава ВТ16

Иванов А.Е., Косячкова Т.Р., Королев С.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
alexey_24@list.ru

Данное исследование является продолжением работы, результаты которой были опубликованы ранее [1, 2]. Детали крепления относятся к ответственным изделиям авиационной и аэрокосмической техники, в связи с чем к ним предъявляются повышенные требования по свойствам.

Для изготовления в холодную деталей крепления материал, с одной стороны, должен иметь высокие характеристики пластичности (относительное удлинение, сужение и предельную степень сжатия при осадке), а с другой – удовлетворительные прочностные характеристики (прочность ≥ 810МПа) и напряжение среза (≥617МПа).

Высокие характеристики прочности (α+β) титановых сплавов получают упрочнением при старении [4]. В данной работе на образцах проводился отжиг при температуре 670 °С с последующим старением при 450°С. Было определено, что после отжига образцы имеют сопротивление срезу ниже требуемого значения. Далее на образцах была проведена термическая обработка старением с выдержкой 3 часа, которая увеличила значения сопротивления срезу до требуемого, а при выдержке 5 часов требуемое значение было превышено, но при этом снизилась его пластичность. Упрочнение и, как следствие, повышение прочности обусловлено распадом метастабильной β-фазой и выделением дисперсной α-фазы [4].

Для прогнозирования вероятного соответствия значений сопротивления срезу требуемому значению было предложено оценивать его значениям твердости на образцах свидетелях. На основе проведенных измерений была построена зависимость напряжения среза от значений твердости. Было установлено, что при твердости ≥33 ед. HRC значение сопротивления срезу будет более 617Мпа.

Список литературы

1. Жидович А.О., Влияние температуры нагрева и скорости охлаждения на структуру и свойства горячекатаных прутков из высокопрочного сплава ВТ16 / Жидович А.О., Иванов А.Е., Кавченко Е.В. // XLIV Международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018. Том 3: М.: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2018. 453 с., 331-332 с.

2. Скворцова С.В., Гвоздева О.Н., Ручина Н.В., Иванов А.Е. Исследование влияния параметров термической обработки на структуру и свойства (□+□)-титанового сплава // Титан 2018 - №4. с.13-18.

3. Володин, В.А. Водородная технология производства титановых деталей крепления. Применение НТМО для изготовления высокопрочных деталей / В.А. Володин - Волго-Вятское издательство. Нижний Новгород, 1997. – 154 с.

4. Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: «МИСИС», 2005. - 432 с.

Влияние технологических параметров осаждения хрома и нитрида хрома на микротвердость ионно-плазменных покрытий, используемых в парах трения

Иванов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сержантова Г.В.
ТулГУ, Тула
ia020172@mail.ru

Одним из наиболее перспективных путей повышения эксплуатационных свойств пар трения деталей машин является использование технологий формирования на их поверхности ионно-плазменных покрытий (ИПП) методом конденсации вещества в вакууме с ионной бомбардировкой. Одними из перспективных типов материалов покрытий, получаемых этим методом, являются хром и нитриды хрома [1, 2], которые можно использовать в качестве тонких твердых (износостойких) функциональных слоев в многослойных ИПП с промежуточными пластичными демпфирующими подслоями. Однако, несмотря на развитие и совершенствование технологической базы, не до конца решен ряд задач, например, связанных с рекомендациями технологических параметров осаждения (ТПО) вышеуказанных слоев упрочняющих покрытий, обеспечивающих высокую микротвердость и износостойкость.

Выбор предварительных ТПО функциональных износостойких слоев, которые впо-следствии могут уточняться на практике, в ряде случаев затруднен, так как разброс возможных электрических параметров осаждения слоев (ток дуги I, отрицательный смещающий потенциал подложки U) для получения износостойких функциональных слоев в системе ”Cr-N” довольно значителен [1, 2]: U = 0...-500 В, ток дуги от 80 А до тока наступления массового каплеобразования, возникающего при I>110 А, существенно ухудшающего трибологические характеристики поверхности. Диапазон разброса давления реакционного газа в камере P для системы ”Cr-N” составляет примерно от P=10-3 Па (получение чистого хрома) до P=0,2 Па (получение Cr2N+CrN).

Таким образом, в качестве предварительных параметров осаждения твердых функ-циональных слоев в системе ”Cr-N” необходимо выбирать конкретные значения ТПО из указанных выше диапазонов, обеспечивающих микротвердость, близкую к заданной. Для системы ”Cr-N” в ходе анализа литературы найдены только отдельные разрозненные данные по значениям микротвердости для некоторой совокупности ТПО.

Целью работы являлась разработка рекомендаций по предварительному выбору ТПО для последующего их уточнения при разработке конкретных технологических процессов для системы ”Cr-N”.

Осаждение осуществлялось на образцы из стали 40Х13. Слои покрытия получали электродуговым испарением катодов из хрома в среде азота на модернизированной установке ВУ-1Б с встроенным боковым катодом-испарителем. Время напыления составляло 25 минут на каждый образец, предварительная обработка образцов перед осаждением – ионная бомбардировка. Микротвердость на образцах измерялась с помощью микротвердомера ПМТ-3. На каждом образце производилось по пять замеров. Подготовка образцов: шлифование и полирование до шероховатости Ra 1,25 мкм, обезжиривание и очистка в ультразвуковой ванне в бензине БР-1 и спирте, очистка в камере в среде тлеющего разряда. Основные интервалы изменения ТПО при нанесении покрытий Cr – Cr2N – CrN на подложку из стали 40Х13 принимались в диапазонах: ток дуги от 75 А до 110 А, отрицательный смещающий потенциал подложки от 70 до 190 В, давление азота в камере от 0,006 до 0,2 Па.

В работе показано, что при увеличении абсолютного значения потенциала смещения на подложке и постоянном значении остальных параметров микротвердость покрытий возрастала, что, очевидно, связано с уменьшением числа пор в слое. Для рассматриваемого режима при давлении азота P ≈ 0,2 Па и токе дуги I ≈ 93 А микротвердость покрытия имела максимальное значение около 12,7 ГПа. Полученные результаты измерений микротвердости в целом согласуются с теоретическими представлениями, изложенными в работах [1, 2].

На основании проведенных исследований можно рекомендовать более узкий диапазон ТПО для выбора предварительных условий формирования твердых функциональных слоев многослойных ИПП в системе ”Cr-N”: ток дуги в диапазоне 75…95 А; отрицательный смещающий потенциал подложки -130...-190 В, причем чем выше значение U, тем выше микротвердость; давление азота в камере принимается согласно результатам исследований в зависимости от требуемого состава слоя ИПП.

Список литературы

1. K. Bouzid, N. E. Beliardouh, C. Nouveau Wear and Corrosion Resistance of CrN – based Coatings Deposited by R.F Magnetron Sputtering // Tribology in Industry, Vol. 37, No. 1 (2015) PP. 60-65.

2. A. Aubert, J. Danroc, A. Gaucher, J.P. Terrat. Hard chrome and molybdenum coatings produced by physical vapour deposition // Thin Solid Films, 126 (1985), PP. 61-67.

Влияние термической обработки на механические свойства псевдо-β-титанового сплава

Исламов Р.С., Пахолкова Д.Д., Смирнова Е.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
lxg2094@outlook.com

Крепежные детали широко применяются в авиационной и аэрокосмической технике, и поэтому предъявляются повышенные требования к их механическим и эксплуатационным свойствам. В то же время крепежи являются типичным примером массового производства. Например, количество крепежных деталей из титановых сплавов достигает нескольких десятков тысяч на один самолет. Поэтому титановые сплавы для крепления деталей должны быть достаточно технологичными в производстве.

Из механических и эксплуатационных свойств деталей крепежа устойчивость к разрушающим нагрузкам является наиболее важным при испытаниях на статическое напряжение, включая перекос, сопротивление сдвигу, устойчивость к высоким циклам и статическое сопротивление. Эти характеристики для каждого сплава задаются техническими условиями и определяются его составом и режимом термообработки. Тем не менее отметим, что титановые сплавы можно считать пригодными для изготовления крепежных изделий, если их временная прочность на растяжение превышает 810 МПа, а сопротивление сдвигу превышает 617 МПа. В настоящее время для изготовления крепежа я в основном использую титановый сплав ВТ16, относящийся к классу (α + β).

Однако разработка технологии требует использования более долговечных сплавов.

С этой точки зрения титановые сплавы, принадлежащие к псевдо-β-классу, являются наиболее перспективными. Они обладают хорошей технологичностью в отвержденном состоянии во время последующего старения, что может увеличить прочность на 500-800 МПа.

Поэтому в исследовании изучалось влияние термической обработки на механические свойства псевдо-β-сплава ВТ35 (Ti-3Al-15V-1Mo-3Cr-3Sn-1Zr-1.5Nb).

Исследование проводилось на образцах, вырезанных из стержня диаметром 10 мм. Сначала образцы закаливали при температуре 800 °C, чтобы зафиксировать однофазное β-состояние и снять внутренние напряжения, остающиеся в материале после горячей деформации. Эффект отверждения оценивали после трех режимов старения: при 500 °C в течение 12 часов; при 550° C в течение 10 часов и при 475° C в течение 25 часов. В исходном (закаленном) состоянии прочность сплава не превышала 700 МПа. Проведенные механические испытания показали, что старение при 500 °C позволяет повысить значения прочности до 1210 МПа, при 550 °C – 1055 МПа и при 475 °C – 1410 МПа. Сопротивление сдвигу составило 745, 670, 815 МПа соответственно. Таким образом, исследования показали, что максимальное отверждение достигается после старения при 475 °C.

Влияние вакуумной ионно-плазменной обработки на структурное состояние, физико-химические и эксплуатационные свойства сплава TI-14AL-3NB-3V-0,5ZR

Кадыкова А.А., Прокопенко Д.А., Горланов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
ivanovalexeyleon@yandex.ru

Данное исследование является продолжением работы, результаты которой были опубликованы ранее [1]. В данной работе в результате проведенной термоводородной обработки в листовых образцах опытного сплава Ti–14Al–3Nb–3V–0,5Zr была сформирована структура с объемной долей первичной глобулярной α2-фазы около 50%, объемные доли мелкодисперсной вторичной α2-фазы и β-фазы (в прослойках) составляли, соответственно, 40 и 10%.

За счет появления ковалентной составляющей α2-фаза имеет высокую прочность межатомной связи в упорядоченной решетке. Это приводит к частичной блокировке междоузлий решетки, повышению энергии активации диффузии азота и снижению ее интенсивности, а также уменьшению растворимости азота, особенно в первичной α2-фазе. В этих условиях преобладающую роль в формировании диффузионной зоны должна играть мелкодисперсная смесь □- и вторичной α(α2)-фаз, имеющая высокую протяженность межфазных границ, являющихся хорошим диффузионным «каналом» [2].

Учитывая это, температуру азотирования выбрали равной 600 и 650°C, а продолжительность процесса – 1 час и 40 минут, что, соответственно, но 50°C выше и на 20 минут дольше, чем для конструкционных титановых сплавов.

Рентгеноструктурный анализ поверхности азотированных образцов показал, что после азотирования в их структуре присутствуют обогащенные азотом α2- и β-фазы, а также ε-нитрид Ti2N и сложный нитрид Ti3AlN.

Светло-желтый цвет поверхности образцов косвенно свидетельствует о наличии на ней нитрида TiN, однако его слой исключительно тонок, что не позволяет достоверно выявить его рентгеновским методом.

Количество нитрида Ti2N с ростом температуры азотирования возрастает. Кроме того, выявляется асимметрия рефлексов α2-фазы, выраженная в их уширении со стороны меньших брегговских углов. Это свидетельствует о растворении азота преимущественно в мелкодисперсной вторичной α(α2)-фазе.

После азотирования при температуре 600°С образцы имели плотную, однородную, блестящую поверхность светло-желтого цвета, без пор и других несплошностей. Параметр шероховатости Ra после этого режима возрос с 0,04 до 0,05 мкм. Азотирование при температуре 650°С привело к образованию на поверхности образца большого количества пор, поверхность имела матовый оттенок и более насыщенный светло-желтый цвет. Параметр шероховатости возрос до 0,08 мкм.

Средняя микротвердость поверхности с увеличением температуры азотирования возрастает, что связано с увеличением количества нитридов в поверхностном слое.

Исследование изменения микротвердости по глубине поверхностного слоя образцов, проведенное на косых шлифах, дало следующие результаты.

У образцов, азотированных при 600°С, глубина диффузионной зоны азота больше (порядка 45-50 мкм), а поверхностная микротвердость меньше, чем у образцов, азотированных при 650°С. Это связанно с образованием большего количества стабильных при этих температурах нитридов TiN и Ti3AlN на ранних стадиях процесса нитрогенизации и недостатком «свободных» атомов азота для диффузии вглубь металла. Разброс значений HV в соседних точках измерения может быть связан с исходной бимодальной структурой [3].

Таким образом установлено, что вакуумное ионно-плазменное азотирование сплава Ti-14Al-3Nb-3V-0,5Zr с бимодальной структурой при температурах 600 и 650°С приводит к образованию в поверхностном слое нитридов Ti2N, TiN и Ti3AlN. Азотирование при температуре 650°С обеспечивает более высокую, чем при 600°С, микротвердость (5810 МПа), но меньшую глубину упрочненной диффузионной зоны азота (36 мкм) и вызывает образование на поверхность пор.

Показано, что образование упрочненного азотом поверхностного слоя происходит в основном за счет диффузии азота в мелкодисперсной смеси β- и вторичной α(α2)- фаз бимодальной структуры сплава.

Список литературы

1. Иванов А.Е., Влияние водорода на сопротивление литого сплава горячей пластической деформации при осадке / Иванов А.Е., Кавченко Е.В., Орлов А.А. // XLIV Международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018. Том 3: М.: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2018. 453 с., 335-336 с.

2. Мамонов А.М., Сарычев С.М., Умарова О.З., Козуютов А.В., Лобода И.С. Влияние вакуумного ионно-плазменного азотирования на структуру и свойства поверхности сплава на основе алюминида титана // Титан. – 2014. -№2. – с. 4-10.

3. Мамонов, А.М., Чернышева Ю.В., Сарычев С.М., Нейман А.П., Пожога В.А. Влияние комплексной технологии обработки на структурное состояние, физико-химические и эксплуатационные свойства сплава на основе алюминида титана // Титан. 2015. – №3. с. 38-45.

Компьютерное моделирование и анализ технологии штамповки корпуса из титанового сплава ВТ9

Карпов А.П.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Овчинников А.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
jackien1@mail.ru

Низкая технологичность жаропрочных титановых сплавов в процессах горячей обработки давлением обусловлена не только их высоким сопротивлением деформации, но и пониженной теплопроводностью. Результатом этого может быть локальный перегрев отдельных областей поковки вследствие сильного теплового эффекта деформации и брак по микроструктуре из-за перехода в однофазную бета-область [1, 2].

В работе исследована промышленная технология штамповки на гидропрессе поковки типа корпус в форме стакана диметром 250, высотой 240 мм со стенками толщиной 24 мм, формируемыми по схеме обратного выдавливания. Технология включала нагрев до температуры 970°С, осадку заготовки в 2 приема с подогревами и штамповку за два жима с одного нагрева. В качестве инструмента исследования использовали отечественную CAE – систему моделирования процессов пластической деформации QForm.

Анализ полученных данных моделирования показывает, что распределение накопленной логарифмической степени деформации (НСД) по объему штампованной поковки в пределах контура чистовой детали хорошее. Разброс значений большой, 0,8 – 2,4, однако минимальное значение больше 0,5. Это позволяет рассчитывать на достаточно хорошую проработку структуры сплава и получение приемлемых механических свойств. Минимум НСД приходится на донную часть поковки, прилегающую ко дну ручья, и наследуется от осаженной заготовки.

Температура полиморфного превращения титанового сплава ВТ9 в зависимости от химического состава конкретной плавки может колебаться в пределах 980 – 1020°С [1] при средней величине 1000°С. Прохождение полиморфного превращения с переходом в бета-область в течение процесса штамповки крайне нежелательно [2]. Основной причиной перегрева в процессе штамповки может быть тепловой эффект деформации.

Моделирование показывает, что при температуре нагрева заготовок 970°С и скорости деформирования 15 мм/с разогрев из-за теплового эффекта присутствует на всех 4-х переходах деформирования. На двух осадках разогрев центральной части заготовки составляет 990 и 997°С, что хоть и выше температуры нагрева под деформацию, но не превышает средней величины температуры полиморфного превращения 1000°С.

Напротив, в течение первого жима штамповки место истечения металла в стенку поковки разогревается до 1025°С, что с большой долей вероятности приведет с переходу данного участка в бета-область и последующему «провалу» механических свойств.

На первом этапе исследований определена возможность снижения теплового эффекта за счет уменьшения скорости деформирования. Современные гидравлические прессы оснащаются системами стабилизации скорости движения траверсы. Исследовано два уровня скоростей деформирования: 10 и 5 мм/с. Анализ результатов показывает, что тепловой эффект с уменьшением скорости снижается, но не настолько, чтобы полностью решить проблему перегрева. Так, на самом критическом этапе первого жима штамповки максимальная температура снижается с 1025°С при 15 мм/с до 1011°С при 5 мм/с. К тому же время деформации увеличивается обратно пропорционально скорости деформирования, и длительность первого жима возрастает с 7 с при 15 мм/с до 21 с при 5 мм/с. Это отрицательно скажется на производительности процесса в целом.

Таким образом, установлено, что управление величиной теплового эффекта с помощью снижения скорости деформирования нельзя признать эффективным. На следующем этапе исследований планируется изменение геометрии ручья с целью снижения степени локализации скорости деформации в очаге деформации.

Список литературы

1. Солонина О.П., Глазунов С.Г. Титановые сплавы. Жаропрочные титановые сплавы. М.: Металлургия, 1970, 448 с.

2. Александров В.К., Аношкин Н.Ф., Белозеров А.П. и др. Полуфабрикаты из титановых сплавов. М.: ВИЛС, 1996, 581 с.

3. Никольский Л.А., Фиглин С.З., Бойцов В.В. и др. Горячая штамповка и прессование титановых сплавов. М.: Машиностроение, 1975, 285 с.

Статистическое исследование химического состава, размера зерна и механических свойств колец из сплава ЭП718-ИД после термической обработки

Кононова И.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Егорова Ю.Б.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
kononova.irina.dtsq@ya.ru

В большинстве случаев кольцевые заготовки являются исходным материалом для сварных высоконагруженных статорных узлов и деталей ГТД (корпуса камеры сгорания, задней опоры, сопловых аппаратов и др.), работающих при температурах 600-950°С. Наиболее широкое применение в качестве корпусного материала нашел жаропрочный сплав ЭП718-ИД. Основа сплава —

аустенитный твердый раствор системы Ni-Cr-Fe, легированный также Mo, Al, W, Ti, Nb. Введение Ti и Al способствует улучшению свариваемости.

Цель работы состояла в установлении статистических закономерностей влияния режимов термической обработки на размер зерна и механические свойства колец из сплава ЭП718-ИД. Объектами исследования послужило 21 кольцо промышленного производства. Термическая обработка состояла из закалки (температура нагрева 1000-1140°С с шагом 20°С, выдержка 2 ч, охлаждение в масле) и двойного старения (780°С, 5 ч, воздух + 650°С, 16 ч, воздух). Размер зерна определяли по методике программы Thixomet на кольцевых припусках колец, отобранных для контроля механических свойств по ГОСТ 5639. Проводили механические испытания на растяжение при комнатной температуре и на длительную прочность при 650°С и нагрузке 785 МПа. Проведена статистическая оценка химического состава, номера зерна и механических свойств колец из жаропрочного никелевого сплава ЭП718-ИД. В ходе работы исследовали следующие факторы: содержание легирующих элементов и примесей; размер (номер) зерна; механические свойства (условный предел текучести σ0,2, временное сопротивление разрыву σв, относительное удлинение δ, поперечное сужение ψ, время до разрушения).

Полученные результаты показали, что содержание легирующих элементов и примесей исследованных плавок находится в пределах, установленных ТУ 14-1-3905-85. Среднее содержание легирующих элементов приблизительно соответствует среднему по ТУ. Гистограммы для легирующих элементов находятся по центру поля допуска. Статистическое распределение можно считать нормальным (по критериям Колмогорова, Омега-квадрат, Хи-квадрат). Для размера зерна статистическое распределение отличается от нормального. Коэффициент вариации для основных компонентов равен 1–4%, что свидетельствует о достаточно высокой однородности химического состава в пределах марки сплава и удовлетворяет требованиям Руководства Р СЦМ-04 (≤7%). Содержание регламентируемых примесей находится в пределах, установленных ТУ, однако наблюдаются их значительные колебания (коэффициент вариации γ=9-28%). После стандартной термической обработки (закалка с 1080°С, выдержка 2 ч, охлаждение в масле и двойное старение 780°С, 5 ч, воздух + 650°С, 16 ч, воздух) номер зерна изменяется от 2 до 6. Среднее значение соответствует 4 номеру.

С повышением температуры нагрева под закалку с 1000 до 1140°С средний размер (номер) зерна термоупрочненного кольца уменьшается с 5,3 до 2,8; предел прочности и условный предел текучести снижаются с 1255 до 1149 МПа и с 748 до 681 МПа соответственно; относительное удлинение и поперечное сужение возрастают с 26 до 34% и с 36 до 39% соответственно, время до разрушения при первичных испытаниях снижается от 115 до 32 ч. После закалки с температур 1100 и 1140°С и старения предел прочности и условный предел текучести достигают значений, близких к минимальным по НД или ниже НД. На основе регрессионного анализа установлены модели, адекватные исходным данным, которые позволяют оценить средние значения механических свойств и балла зерна в зависимости от температуры нагрева под закалку.

Обоснования прочности элементов конструкции из ПКМ

Коняхин А.Е., Петухова О.С.
Научный руководитель — к.т.н. Ягудин Т.Г.
МАИ, Москва
dekanat11mai@mail.ru

Крыло и центроплан самолета изготавливают из слоистых ПКМ по инфузионной технологии. Инфузионная технология является новой в самолетостроении, поэтому изучение характеристик материалов, изготовленных по этой технологии, является актуальной задачей. Особого внимания заслуживают значения характеристик трещиностойкости, отвечающих за появление и развитие расслоений (межслоевых трещин), которые, при достижении критических размеров, приводят к разрушению конструкции. Важной характеристикой трещиностойкости является вязкость разрушения по моде сдвига GIIc. При сдвиге берега трещин могут оставаться прижатыми друг к другу, в результате чего они их могут не обнаружить, в том числе и средствами неразрушающего контроля, вплоть до разрушения конструкции из ПКМ. По стандарту GIIc определяется на элементарных образцах с межслоевой трещиной на одном торце образца. При этом трещина инициируется от расслоения в виде полимерной пленки. Однако для определения GIIc натурных элементов конструкции из ПКМ необходимо определять GIIc на образцах, у которых в исходном состоянии нет инициатора расслоения.

Настоящая работа посвящена разработке метода инициации трещин и выявлению параметров методики определения GIIc на образцах без инициатора расслоений. Для этого использовались образцы, вырезанные из трех панелей–спутников центроплана самолета.

Для выяснения причин отличия значений GIIc для образцов с различными методами инициации трещин был выполнен анализ физико-механических характеристик материала образцов, который не позволил выявить причину отличия GIIc образцов из разных партий, однако показал большой разброс толщины межслоевой прослойки, среднее значение которой изменяется в пределах от 21 до 39 мкм, низкое содержание наполнителя – 46,8% ÷ 53,2% и высокое, близкое к предельному содержание пор – 1,94%. Все перечисленные выше параметры могут оказывать значимое влияние на параметры трещиностойкости, поэтому в дальнейших исследованиях необходимо предусмотреть оценку этого влияния. Для выявления причин отличия GIIc предложено исследовать GIIc на образцах из одной панели с инициатором трещины в виде полимерной пленки и на образцах с инициатором трещины, полученным расклиниванием, с определением локализации распространения трещин в межслоевой зоне при помощи электронного микроскопа и физико-механических характеристик материала исследуемых образцов.

Кроме того, в работе определены модули упругости при изгибе Еи и межслоевом сдвиге G13 для трех панелей-спутников центроплана самолета МС-21. Средние значения Еи отличаются незначительно и составляют 73.97 ГПа, 74.23 ГПа, 74.60 ГПа соответственно при коэффициентах вариации 2,7%, 3,3% и 1,8%. Средние значения G13 также отличаются незначительно и составляют: 1552 МПа, 1463 МПа, 1541 Мпа, соответственно, при коэффициентах вариации 10,6%, 11,2% и 11,6%.

Влияние повреждений на кинетику напряженно-деформированного состояния

Коняхин А.Е., Овчарова П.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ягудин Т.Г.
МАИ, Москва
dekanat11mai@mail.ru

Результатом развития усталостных трещин является изменение НДС, которое влияет на остаточную прочность поврежденной конструкции. Методы мониторинга, реализуемые за счет анализа кинетики местного НДС, должны позволять фиксировать повреждения до достижения конструкцией предельного состояния по условиям остаточной прочности.

Предельным состоянием конструкции по условиям остаточной прочности считается такое состояние поврежденной конструкции, при котором любое увеличение нагрузки сверх требуемой, либо любое увеличение размеров или количества имеющихся дефектов при неизменной требуемой нагрузке, приводит к разрушению или появлению недопустимых деформаций. Наличие в эксплуатации состояния конструкции худшего, чем предельное, недопустимо, и в случае его обнаружения эксплуатация воздушного судна (ВС) должна быть незамедлительно прекращена.

Практически, условие невероятности предельного состояния конструкции в эксплуатации обеспечивается назначением таких интервалов между осмотрами конструкции, в течение которых усталостные трещины не смогут достичь своего критического размера с учетом действующих в эксплуатации спектров нагрузок. Использование характеристик трещиностойкости материала, а также справочных данных о скоростях развития трещин может применяться только в тех случаях, для которых показано, что условия развития усталостной трещины совпадают с основными допущениями линейно-упругой механики разрушения (ЛУМР). Прежде всего, необходимо подтверждение того, что размер рассматриваемого дефекта намного больше, чем размер зоны пластической деформации в области вершины трещины.

Важно подчеркнуть, что длительность роста трещин при многоочаговом повреждении с момента возникновения первой трещины до момента разрушения конструкции меньше, чем период роста повреждения в конструкции с одной магистральной трещиной. Высокая скорость развития дефектов и невозможность расчета периода накопления повреждений стали причиной нескольких непредсказуемых разрушений транспортных самолетов, что в большинстве случаев имело трагичные последствия.

На данный момент предложено несколько критериев остаточной прочности конструкции с многоочаговыми повреждениями. Один из часто встречающихся – интуитивный критерий, основанный на контакте зон пластичности. Согласно этому критерию, соединение двух трещин в одну происходит тогда, когда их зоны пластичности касаются друг друга своими границами. Окончательное разрушение элемента происходит тогда, когда напряжения в неповрежденной части

критического сечения превышают предел текучести материала, что может быть обусловлено либо контактом зон пластичности каждой пары соседствующих усталостных трещин, либо общим увеличением напряжений из-за уменьшения площади живого сечения.

Анодное поведение титана и алюминия в растворе хлорида натрия

Крутских А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фомичева Н.Б.
ТулГУ, Тула
nastkrut@mail.ru

Алюминий и титан в коррозионных средах находятся в пассивном состоянии, образуя на своей поверхности нерастворимую защитную пленку, исключающую прямой контакт между электролитом и чистой поверхностью металла. Их пассивация представляет интерес не только для выявления общего механизма пассивности металлов, но и для изучения поведения и свойств металла, используемого в технике.

При выборе электролита учитывают состав среды, в которой эксплуатируется металл. Присутствие в воде хлорид-ионов приводит к развитию питтинговой коррозии на поверхности изделия. Поэтому важно знать коррозионное поведение и разрушение металлов, которые используются во многих областях промышленности.

Целью работы было изучение анодного поведения алюминия и титана в растворе хлорида натрия с концентрацией 0,5 М.

Объектами исследования служили электроды из алюминия марки А5 и титана марки ВТ-0. Для установления закономерностей анодного поведения алюминия и титана в исследуемом растворе использовали потенциодинамический метод. Поляризационные измерения проводили в трехэлектродной электролитической ячейке с разделенным катодным и анодным пространством при температуре 20±1°С при свободном доступе воздуха. В качестве вспомогательного электрода использовали платиновый электрод, в качестве электрода сравнения – насыщенный хлоридсеребряный электрод. Результаты представлены на анодных поляризационных кривых алюминия и титана в 0,5 М растворе хлорида натрия.

Полученные данные показывают, что в растворе хлорида натрия алюминий находится в области отрицательных, а титан в области положительных потенциалов. Области пассивации алюминия и титана равны – 550 мВ и 1000 мВ соответственно. Именно присутствие хлорид-ионов способствует сдвигу в область более отрицательных значений потенциала для алюминия. Имеющиеся на поляризационной кривой титана волны связаны с окислительными процессами на титане, протекающими в диффузионном режиме.

Фреттинг-износ материала TiC+Ti, полученного методом лазерной наплавки

Куколин Р.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ляховецкий М.А.
МАИ, Москва
kukolinroman2012@ya.ru

Работа воздушно-реактивного двигателя сопровождается повышенными вибрациями в результате биения ротора, возникающего из-за:

• механического дисбаланса при несовпадении центра тяжести вращающегося ротора с его осью;

• аэродинамического дисбаланса, связанного с воздействием переменных аэродинамических сил на лопатки роторных и статорных решеток;

• теплового дисбаланса в результате деформации ротора из-за неравномерного нагрева или остывания.

В воздушно-реактивных двигателях с большой степенью двухконтурности (< 2) для предотвращения повышенных вибраций в вентиляторе применяются бандажные полки. Данные конструктивные элементы предотвращают разрушение лопаток вентилятора, однако сами подвержены износу и разрушению в связи с фреттингом.

Основной причиной разрушающего воздействия фреттинга является усталость материала. В результате появляются микротрещины в местах контакта поверхностей. Некоторые микротрещины сливаются, и происходит развитие усталостной трещины с высокой скоростью. При увеличении амплитуды микросмещений до некоторого граничного значения скорость износа при фреттинге

возрастает. Повышение частоты микросмещений также ускоряет скорость износа, но, начиная с некоторой частоты, скорость износа уменьшается.

Для уменьшения негативных эффектов, возникающих в результате фреттинг-износа, активно применяются покрытия.

В данном исследовании проводилось изучение износа образцов бандажных полок из материала TiC+Ti, полученного методом лазерной наплавки. Испытания проводились на разработанной на кафедре 205 машине трения.

Прессование порошковых композиций Al-(AlN+5%Na3AlF6)

Куляс Н.С., Авчинник А.В.
Научный руководитель — Кузина А.А.
Самарский университет, Самара
kulyas.nad@yandex.ru

В настоящее время основным классом материалов, удовлетворяющих жестким, часто противоречивым требованиям, таким как обеспечение минимальной массы конструкций, максимальной прочности, надежности и долговечности при работе в тяжелых условиях нагружения, а также при высоких температурах и в агрессивных средах, остаются композиционные материалы [1]. Широко применяются в авиационной, ракетной, космической технике и др. дисперсно-упрочненные материалы, которые сохраняют гетерогенное строение и дислокационную субструктуру, формирующуюся при их деформации и термической обработке, и работоспособность до 0,9 – 0,95 температуры плавления матрицы [2,3]. Создание такого материала определяется фазой-упрочнителем и ее объемным содержанием, способом введения фазы-упрочнителя в матрицу и способом получения компактных заготовок. Фаза-упрочнитель должна иметь высокую термодинамическую прочность, малую величину скорости диффузии компонентов фазы в матрицу и малую их растворимость в ней. К упрочняющим фазам с такими свойствами можно отнести и нитрид алюминия. Известны различные методы получения дисперсно-упрочненных материалов. Такие структуры получают различными способами — выделением наночастиц из пересыщенного твердого раствора (дисперсионно-твердеющие сплавы), методом порошковой металлургии, в том числе механическим легированием, методами внутреннего окисления и азотирования и др. Однако заключительная их обработка осуществляется, как правило, по обычной технологии порошковой металлургии: прессование и спекание. Поэтому одной из основных задач в получении дисперсно-упрочненных материалов остается повышение качества полуфабрикатов. Такая задача связана и с проблемой получения минимальной пористости порошковых образцов после прессования, так как их структура и свойства определяют технологические параметры последующей упрочняющей обработки. Целью данной работы было исследование режимов механического смешивания и последующего прессования порошковых смесей состава Al-(AlN+5%Na3AlF6) для получения брикетов, используемых для последующего спекания. Механическое смешивание исходных компонентов: алюминиевого порошка с размером частиц до 80 мкм и порошковой смеси AlN+5%Na3AlF6 с размером частиц ~ 100 нм, полученной по азидной технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, осуществлялось в течение 1…5 минут в планетарной мельнице «Пульверизетте-5». Содержание дисперсной фазы нитрида алюминия изменяли от 5 до 30% (вес. %). Были получены порошковые смеси состава Al-(AlN+5%Na3AlF6) с размером частиц до 55 мкм для последующего прессования. Определены некоторые технологические свойства полученных порошковых смесей. Наибольшей насыпной массой обладает порошковая смесь состава Al-30%(AlN+5%Na3AlF6) – 0,99 г/см3, наименьшим значением насыпной массы из рассмотренных порошковых смесей обладает порошковая смесь состава Al-5%(AlN+5%Na3AlF6) – 0,75 г/см3. Все полученные порошковые смеси не обладают текучестью. Далее проводилось одноосное прессование полученных порошковых смесей на гидравлическом прессе ПСУ-50 с давлением прессования до 200 МПа. Получены образцы – порошковые брикеты диаметром 16,5±0,2 мм, высотой 3,5…4 мм, массой 2±0,25 гр. Были определены относительная плотность и пористость полученных порошковых брикетов. Относительная плотность брикетов (θ) составила 88…90%, пористость (П) - 10…12%. Согласно полученным зависимостям $\theta = f(P)$ и $П = f(P)$, с увеличением давления прессования относительная плотность брикетов увеличивается, а пористость уменьшается. Максимальная пористость наблюдалась в образцах с содержанием дисперсной фазы (AlN+5%Na3AlF6) 20…30% и составляла ~ 10…12%. Таким образом, рассмотренные режимы механического смешивания и последующего прессования полученных порошковых смесей состава Al-(AlN+5%Na3AlF6) с содержанием дисперсной фазы от 5 до 15% (вес. %) позволяют получать порошковые брикеты с

пористостью до 10%, предназначенные для последующего спекания. Однако увеличение содержания дисперсной фазы (AlN+5%Na3AlF6) до 20…30% (вес. %) в рассмотренных композициях приводит к необходимости увеличения давления прессования свыше 200 МПа.

Список литературы

1. Получение лигатурных брикетов состава ni-si3n4 для модифицирования алюминиевых сплавов [Электронный ресурс] / Кузина А.А., Белянкина А.К. 2016. http://elibrary.ru/item.asp?id=27031468

2. Получение нанопорошковых псевдолигатур Ni-(SiC+Si3N4) для модифицирования и армирования алюминиевых сплавов [Электронный ресурс]/ Ручкина В.С., Куц А.В., Кузина А.А. 2015. https://ssau.ru/files/science/conferences/korolev2015/tom1/357-358.pdf

3. Жидкофазные технологии получения композиционных материалов. Матрицы. Упрочнители: [учебное пособие] / Мальцева Л.А., Шарапова В.П. 2013. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28809/1/978-5-7996-1033-3_2014.pdf

Зависимость образования фазы оксинитрида алюминия от технологии спекания

Ларионов М.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Просвирнин Д.В.
МАИ, Москва
pupermen111@yandex.ru

Керамические материалы в настоящее время все чаще находят применение в различных областях техники. Особенно интересными и востребованными являются прозрачные керамические материалы, обладающие высокими физико-механическими характеристиками [1]. Одним из таких перспективных материалов является прозрачная керамика на основе оксинитрида алюминия.

Оксинитрид алюминия (ALON) – твердый раствор в псевдо-бинарной системе Al2O3 – AlN. Состав AlON согласуется с формулой Al(64+x)/3O32-xNx, где состав с x=5 является единственной устойчивой фазой в области γ-AlON [2]. Таким образом, его стехиометрическая формула – Al23O27N5. Данная фаза лежит в широком интервале концентрации и образовывается при 1640°C [3].

В качестве исходных материалов были использованы порошки оксида и нитрида алюминия, Al2O3 и AlN, полученные методом плазмохимического синтеза [4,5].

Состав смеси был выбран согласно диаграмме фазового равновесия Al2O3 – AlN (рисунок 1), а именно – 30 мол% AlN и 70 мол% Al2O3. Смешивание в планетарной мельнице на протяжении 30–40 минут. Прессование с усилием 50–60 МПа. Спекание по разным режимам: в вакуумной печи сопротивления; в вакуумной индукционной печи.

В вакуумной шахтной печи сопротивления СШВЭ-12.5/25-ИЗ при температуре 1800–1850°C образец выдержан на протяжении 10 часов. Порошковый компакт установлен на нитрид- борную подкладку. Спекание в вакууме с остаточным давлением 10-2…10-3 мм. рт. ст. Данный режим выбран для оценки влияния атмосферы газов (N2) на концентрацию целевой фазы оксинитрида алюминия.

Второй метод – спекание в индукционной вакуумной печи при 1750-1950°C с выдержкой от 2 до 10 часов, остаточное давление составляло 0,1 – 0,05 мм рт. ст. Образец установлен в графитовый тигель, на подложку из нитрида бора. Для насыщения образца азотом произведена засыпка тигля порошковым нитридом алюминия.

Полученные образцы имеют серый цвет. Образец (а) сохранил цилиндрическую форму, однако в процессе спекания произошла сильная усадка, растрескивание и разрушение образца, вследствие выхода азота.

Образец (б) имеет светло-серый цвет, во время спекания при температуре, близкой к 1950°C, образец потерял часть своей массы (порядка 60–70%), мы связываем такой результат с образованием газовой фазы Al2O и отсутствием давления инертного газа.

Данный образец имеет количество целевой фазы близкой к 80%, и плотность порядка 79% от теоретической, такой результат был достигнут при выдержке порядка 10 – 12 часов, с температурой 1750°C. В сравнении с прошлой работой [6], данный результат является наилучшим.

По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы: нагрев в индукционной печи оказался эффективнее; следует оценить влияние скорости нагрева на образование фазы оксинитрида алюминия и его спекаемость. Азота в составе смеси порошков недостаточно для образования фазы оксинитрида, камеру печи следует продувать инертным газом (азотом) для прохождения необходимой реакции.

Список литературы

1. Кингери У. Д. Введение в керамику. – 1967.

2. McCauley J. W., Corbin N. D. Phase relations and reaction sintering of transparent cubic aluminum oxynitride spinel (ALON) //Journal of the American Ceramic Society. – 1979. – Т. 62. – №. 9-10. – С. 476-479.
3. McCauley J. W., Viechnic. Dj. Reaction studies in SI3N4-AL2O3 system //American Ceramic Society Bulletin. – 735 Ceramic Place, PO Box 6136, Westerville, OH 43081-6136: Amer Ceramic Soc, 1974. – Т. 53. – №. 8. – С. 620-620.
4. Патент РФ № 2311225. МПК B 01 J 19/00. Плазменная установка для получения нанопорошков Алексеев Н. В., Самохин А. В., Цветков Ю. В. 27.11.2007.
5. Самохин А.В., Синайский М.А., Алексеев Н.В., Ризаханов Р.Н., Цветков Ю.В., Литвинова И.С., Бармин А.А. Синтез наноразмерных порошков диоксида циркония и композиций на его основе в термической плазме электродугового плазмотрона // Перспективные материалы, 2015. №4. С.49-60.
6. Просвирнин Д. В. и др. Влияние режима реакционного спекания на свойства керамики на основе оксинитрида алюминия //Материаловедение. – 2017. – №. 10. – С. 45-48.

Влияние термоводородной обработки на фазовый состав, структуру и твердость опытного (α + β)-титанового сплава с интерметаллидным упрочнением

Лиджиев А.А., Слезов С.С., Савостин Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Мамонов А.М.
МАИ, Москва
arslangl@bk.ru

В данной работе представлены результаты по изучению формирования фазового состава и структуры, а также изменения твердости и микротвердости опытного титанового сплава Ti-8,7 Al-1,5Zr-2,0Mo с интерметаллидным упрочнением при термоводородной обработке и водородном пластифицировании.

Исследования проводили на образцах размерами 10×13мм, вырезанных из горячекатанного прутка. В горячекатанном состоянии фазовый состав исследуемого сплава представлен α- и β-фазами с объемными долями 91% и 9%, соответственно. Структура образцов исходного горячекатанного прутка – неоднородная, преимущественно пластичатой морфологии. Для приведения сплава в равновесное состояние образцы отжигали в вакуумной печи при температуре 950°С в течение 1 часа. Фазовый состав сплава после отжига представлен α- и β-фазами и малым количеством α_2-фазы. Объемная доля β-фазы составила 5–10%.

Используя метод пробных закалок, была построена температурно-концентрационная диаграмма фазового состава системы сплав – водород. Исследования проводились в интервале температур 700–1100°С и в интервале концентраций водорода 0,2-1,0% (масс.). Установлено, что водород расширяет область стабильности β-фазы, снижая температуру β/α+β перехода на 210°С (при 1,0% водорода), и повышает температуру разупорядочения α_2-фазы на 50°С. При содержании водорода более 0,6 % в сплаве образуется гидридная фаза.

Насыщение образцов водородом проводили при температурах 850ºС – 750ºС, до концентрации 0,6 %. Так как наводороживание происходило в (α+β)-области, то после охлаждения структура сплава содержала первичную α-фазу, β-фазу и небольшое количество α_2-фазы, образовавшейся в микрообъемах α-фазы вследствие ее частичного упорядочения при охлаждении. Объемная доля β-фазы выросла по сравнению с исходным состоянием и составила около 60%.

Вакуумный отжиг образцов проводили по ступенчатому режиму: температура 550ºС, 1,5 часа, нагрев до 650ºС, выдержка 4 часа. Концентрация водорода в образцах после вакуумного отжига составила не более 0,008%. В результате термоводородной обработки была сформирована бимодальная структура в сплаве, с глобулярной первичной $\alpha(\alpha_2)$-фазой и субмикрокристаллической вторичной α-фазой в β-матрице. Вторичная α-фаза идентифицирована при анализе результатов рентгеновской дифрактометрии. Дифракционные максимумы вторичной α-фазы, содержащей меньшее количество алюминия и имеющей, соответственно, большие периоды решетки, смещены в сторону меньших брэгговских углов.

Результаты исследований образцов, обработанных по выбранной технологии, показали, что термоводородная обработка повышает твердость сплава более чем на 10 ед. HRC, а микротвердость на 40 ед. HV.

Литература

Мамонов А.М., Слезов С.С., Гвоздева О.Н. Управление фазовым составом, структурой и комплексом свойств высокомодульного титанового сплава методами термоводородной обработки // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия, 2018 г. №1, стр. 53-63

Исследование сварных соединений литой аустенитной коррозионно-стойкой высокоазотистой стали

Липанов М.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Костина М.В.
МАИ, Москва
lipanov@inbox.ru

Для обеспечения высокого качества сварного соединения из сложнолегированных коррозионно-стойких аустенитных сталей, с высоким содержанием азота в равновесном состоянии, требуется тщательное изучение и поиск решения технологических проблем, происходящих при сварке. В сварном шве могут возникать следующие неблагоприятные процессы: появление холодных и горячих трещин, потеря легирующих элементов (в большей степени азота и марганца), образование газовых пор, наличие непроваров, что влечет за собой ухудшение целого ряда свойств. Например, снижение прочности и пластичности, коррозионной стойкости, хладостойкости и т.д. Для уменьшения возникновения данных проблем требуется уделить особое внимание виду, способу и режимам сварки, а также выбору сварочных присадок.

В настоящей работе исследовали сварные соединения (СС) высокоазотистой аустенитной литой стали 05Х22АГ15Н8МФЛ с ~0,5% масс. N [1], полученные аргоно-дуговой сваркой неплавящимся электродом по следующим режимам: ток – 70-110 А, напряжение – 10-11 В. Разделка кромок под сварку V-образная, по ГОСТ 14771-76. В качестве присадочного материала использовали полосы стали 05Х22АГ15Н8МФ («свое тело»), Св-10Х20Н18М3АФС (~0,2% масс. N) и Св-25Х25Н16АГ7 (~0,1% масс. N). После каждого сварочного прохода соединения охлаждали на воздухе до полного охлаждения.

Изготовление шлифов. Образцы стали запрессовывались в бакелит на приборе для горячей запрессовки Opal 400, затем последовательно шлифовались на бумаге с размером зерна 200, 160, 125, 40, 25,8 и 14 мкм и полировались на сукне алмазной эмульсией с размером зерна 6, 3 и 1 мкм на автоматической шлифовальной машине Saphir 250. Скорость вращения диска машины составляла 150 оборотов в минуту, давление на один образец в бакелитовой оправке (с диаметром оправки 4 см) равнялось 30 Н, или около 2,5 Н/см2. Время каждой стадии составляло 3-4 минуты.

Выявление микроструктуры. Отполированные образцы подвергались травлению. Состав травителя: 2 части HCl +1 часть HNO_3 + 1 часть глицерина. Для ускорения протекания процесса травления образцы подогревались перед травлением в кипящей воде в течение ~20 секунд. Процесс травления заканчивали, удаляя ватным тампоном со шлифа остатки травителя и продукты реакции под струей воды. Затем шлиф высушивали фильтровальной бумагой.

Микроструктуру СС исследовали на световом микроскопе Olympus. Структура основного металла около линии сплавления и на расстоянии ≥500 мкм от сварного шва представляет собой литые зерна аустенита, размером 500-700 мкм с некоторым количеством d-феррита (не более 0,6% по данным магнитометрического прибора МВП-2М). Сварной шов характеризуется ячеисто-дендритной структурой с размером зерен 4-20 мкм (содержание d-феррита до 0,16%).

Определение содержания кислорода и азота в металле сварного шва выполняли на установке анализатора кислорода и азота фирмы «Leco», модель ТС-600. Методика выполнения измерений: восстановительное плавление в графитовом тигле в импульсной печи сопротивления в токе инертного газа (гелий). Детектирование кислорода по количеству выделившегося газообразного CO_2 методом инфракрасной абсорбции, детектирование азота по теплопроводности. Содержание кислорода и азота практически во всех СС совпадает с марочным составом, только с СС, полученным с использованием присадки «свое тело», было уменьшение азота на 3,5%.

Определение содержания углерода и серы в металле сварного шва производили на установке анализатора углерода и серы фирмы “Leco”, модель CS-600. Методика выполнения измерений: окислительное плавление в керамическом тигле в индукционной печи с плавнем. Детектирование углерода и серы по количеству выделившихся газообразного CO_2 и SO_2 методом инфракрасной абсорбции. Содержание углерода и серы во всех СС совпадает с марочным составом. Следовательно, подобранные режимы сварки практически не привели к потерям N, O, C и S.

Литература

Высокопрочная литейная немагнитная коррозионно-стойкая сталь и изделие, выполненное из нее. Патент РФ № 2445397, опубликован 23.06.2010, О.А. Банных, В.М. Блинов, Е.В. Блинов, М.В. Костина, С.О. Мурадян, Л.Г. Ригина и др.

Автор выражает благодарность научному руководителю д.т.н., в.н.с. М.В. Костиной и м.н.с. В.С. Костиной.

Влияние низкотемпературного ионного азотирования титановых сплавов на поверхностные остаточные напряжения

Лунегов В.С., Журавлев О.С., Тагиров А.Ф.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агзамов Р.Д.
УГАТУ, Уфа
v.lunegov87@mail.ru

Титановые сплавы нашли широкое применение в авиационном двигателестроении. Необходимо отметить, что титановые сплавы применяют в основном для изготовления ответственных деталей компрессора (диски, лопатки), которые испытывают различные нагрузки во время работы. Поэтому придание поверхностям деталей специальных свойств и повышение качества поверхностного слоя способствует существенному повышению показателей их надежности.

Тонкий поверхностный слой деталей машин играет важную роль в сопротивлении усталости и имеет иные механические, химические, физические свойства и напряженное состояние, чем в глубинном слое металла. Качество поверхности может быть охарактеризовано шероховатостью, физическим состоянием металла поверхностного слоя и, в первую очередь, поверхностными остаточными напряжениями.

Поверхностные остаточные напряжения оказывают колоссальное влияние на сопротивление усталости деталей, которые работают при знакопеременных нагрузках. Известно, что остаточные напряжения сжатия увеличивают предел выносливости, а растягивающие, наоборот, способствуют разрушению детали.

Поэтому для формирования благоприятных сжимающих напряжений необходимо проводить упрочняющие операции. Для увеличения прочности поверхностного слоя титановых сплавов широко применяют метод диффузионного насыщения азотом в плазме газовых разрядов. Необходимо отметить, что азотирование проводят при высоких температурах, что в свою очередь может привести к снижению механических свойств вследствие изменения структуры основы из-за полиморфных превращений.

В настоящее время как за рубежом, так и в нашей стране активно ведутся работы по изучению низкотемпературного ионного азотирования титановых сплавов.

Целью данной работы является исследование влияния низкотемпературного ионного азотирования на поверхностные остаточные напряжения.

В данной работе низкотемпературное ионное азотирование титановых сплавов проводили в несамостоятельном сильноточном разряде и в тлеющем разряде при различных температурах (450-600°С).

Замер остаточных напряжений проводили рентгеноструктурным методом. Рентгеноструктурный анализ показал, что после обработки в тлеющем разряде на поверхности формируются остаточные напряжения сжатия. Причем величина остаточных напряжений после обработки при температуре 450°С составила – 22,7±1 кгс/мм2. После азотирования в несамостоятельном сильноточном дуговом разряде, как при 450°С, так и при 600°С на поверхности образцов наблюдаются растягивающие напряжения.

Применение сварки трением с перемешиванием для создания конструкций авиакосмического назначения

Любичев Ф.Е.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Конкевич В.Ю.
МАИ, Москва
yeh111@mail.ru

Сварка трением с перемешиванием (СТП) характеризуется серьезными преимуществами по сравнению с традиционными технологиями сварки плавлением:

• Возможность сварки высокопрочных сплавов (типа Д16, В95 и т.п.), которые не свариваются дуговыми методами;

• Сварные соединения, выполняемые СТП, характеризуются минимальными сварочными напряжениями и деформациями;

• Технология СТП предполагает значительные преимущества по сравнению с дуговыми способами в части создания новых типов соединений, например, ребристых панелей из листовых полуфабрикатов, сварки литейных сплавов и др.

Необходимо отметить также недостатки способа применительно к сварке ответственных конструкций: СТП связана с применением принципиально нового сварочного механического оборудования высокой точности и жесткости, поэтому дорогого и металлоемкого. При этом принципиально изменяется подход к созданию оснастки, к которой предъявляются те же требования, что и к оборудованию (оснастка становится также высокоточной, очень жесткой и металлоемкой). Отмеченные недостатки компенсируются высокой стабильностью технологии сварки и высоким качеством сварных соединений.

Относительно сварки «несвариваемых» сплавов: подавление образования горячих трещин, газовой пористости не решило в полной мере задачу получения надежных сварных соединений. Термические процессы в зоне термического влияния (ЗТВ) не только приводят к снижению прочностных свойств, но и способствуют уменьшению коррозионной стойкости. Это требует совершенствования схемы термической обработки, введения послесварочного искуственного старения ЗТВ. Относительно свариваемости литейных сплавов: несмотря на то, что в зоне сварки происходит интенсивная пластическая деформация, способствующая «залечиванию» пор, по границам зоны термомеханического влияния (ЗТМВ) и ЗТВ возможно образование цепочки пор из вытесненных на периферию микронесплошностей, что может значительно уменьшить надежность сварной конструкции.

Тем не менее, СТП позволяет обеспечить получение прочных, надежных сварных соединений из конструкционных алюминиевых сплавов, которые можно использовать для создания современных конструкций авиакосмической техники. Исследования свойств соединений СТП, проведенные специалистами РОСКОСМОСа, показало, что коэффициент прочности сварных соединений К (σв св.соед / σв осн. мет) имеет очень высокие значения:

- Для сплава АМг6 – 0,96;
- Для сплава 01570 – 0,94;
- Для сплава 1545К – 0,91;
- Для сплава В1469 – 0,88.

Отработка технологии создания сварных соединений СТП высокого качества, внедрение надежных методов контроля предопределило широкое использование способа СТП в конструкциях космической техники, в частности при создании космического корабля нового поколения «Федерация». Можно прогнозировать расширение применения СТП в новых конструкциях авиакосмического назначения.

Обзор методов прогнозирования твердости сварных соединений

Макаров И.Д.
Научный руководитель — Беляев А.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
ilya.qwerty.2012@yandex.ru

В настоящее время сварка находит широкое применение во многих отраслях промышленного производства. Одним из важных направлений является совершенствование методов контроля структуры, определения механических свойств сварных соединений. Для прогнозирования свойств материалов применяется методология параметризации структур [1]. В научной литературе встречаются и другие подходы к оценке свойств материалов, полученных различными способами, например, лазерной термической обработкой [2], холодного формования [3], при получении сверхтвердых сыпучих материалов [4], в состоянии поставки с использованием нейронных сетей [5], после диффузионного азотирования [6]. В работе [7] авторы для прогнозирования структуры и механических свойств сварных соединений использовали аналитические методы, связанные с определением так называемых характерных температур и времени фазовых преобразований при способах сварки плавлением, а в [8] представлены аналитические модели для расчета твердости ультратонких карбидов. Авторы работы [9] показали возможность прогнозирования твердости на основе исследований пластической деформации, а в [10] для оценки твердости стали использовалось изменение скорости ультразвуковой волны.

Таким образом, анализ литературных источников показал различные подходы к прогнозированию свойств материалов на основе нейронных сетей, методом параметризации микроструктур, анализа температурных полей при сварке, на основе анализа характерных температур и времени фазовых превращений, анализа пластической деформации и др. Наиболее точные результаты прогнозирования для сварных соединений могут быть получены при использовании параметризации структур, анализом тепловых процессов и фазовых превращений.

Исследование газопроницаемости образцов из конструкционной керамики

Маслов С.В.
Научный руководитель — к.т.н. Терехин А.В.
ГНЦ РФ АО «ОНПП "Технология" им. А.Г.Ромашина», Обнинск
maslov-1994@yandex.ru

В настоящее время в конструкциях широкое распространение получили керамические материалы. Перспективность применения конструкционной керамики обусловлена совокупностью высоких оптических, механических, термических свойств. В керамических конструкциях, эксплуатирующихся в условиях вакуума, наряду с прочностью и плотностью большое значение имеют такие параметры, как газовыделение и газопроницаемость, которые определяются составом и структурой керамических материалов. Величина газопроницаемости является важнейшей технической характеристикой материала, определяющей степень герметичности конструкций и возможность их эксплуатации в условиях вакуума или избыточного давления.

Наибольшее затруднение для оценки величин газопроницаемости вызывает определение характера течения газа сквозь пористую структуру конструкционной керамики. Классическая оценка характера течения газов через единичные неплотности в проверяемой структуре не учитывает множественное наличие неплотностей, с их чрезвычайно малыми геометрическими размерами.

В данной работе рассмотрены следующие методы определения газопроницаемости на примере образцов, изготовленных из кварцевой керамики и стеклокерамики: метод перепада давления и метод локальной гелиевой камеры.

Предложена расчетная модель для оценки коэффициентов газопроницаемости керамических материалов. А также получены экспериментальные данные коэффициентов газопроницаемости, при использовании пробного газа-гелия.

Предложенная модель газопроницаемости керамических материалов может быть использована для прогнозирования степени герметичности конструкций, изготовленных из исследованных керамических материалов и эксплуатирующихся в условиях перепада давления.

Проектирование технологии изготовления отливки детали способом литья по ледяным моделям

Мусина Д.А., Черноглазов П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Куртаева Ф.Н.
АФ КНИТУ-КАИ, Альметьевск
dinara_150498@mail.ru

Традиционной технологией изготовления сложных фасонных отливок является литье по выплавляемым моделям, в последнее время – литье по газифицируемым моделям (ЛГМ). В работе предложено использование альтернативной технологии литья по ледяным моделям (ЛЛМ) отливки детали «тройник» из стали 08Х14Н5М2Д.

Этот метод обеспечивает таяние продуктов и последующее их впитывание в поры формы, которая состоит из песка, благодаря чему создается малоотходный процесс литейного производства, который соответствует вышеописанным условиям.

В ходе проделанной работы была составлена маршрутно-технологическая карта технологического процесса изготовления отливки методом ЛЛМ, подобраны соответствующее технологическое оборудование и наиболее подходящие вспомогательные материалы, отвечающие всем физико-техническим требованиям. Сравнительный анализ технологических карт методов ЛЛМ и ЛГМ позволил выделить ряд преимуществ метода ЛЛМ.

Что касается традиционных методов литья (ЛГМ) с использованием пенополистирола, то на 1 т. отливок его расход может составить 6,1-6,6 кг, и полностью теряется в процессе горения и испарения. При этом значение образовавшегося дыма составит 267м^3, и в его составе будет высокое содержание токсичных продуктов.

Принципиальное отличие данной разработки от штатных способов литья (литье по выплавляемым и газифицируемым моделям) в том, что сначала создают копии металлической отливки изо льда. Затем ледяные модели помещаются в контейнер (опоку), где происходит засыпание моделей огнеупорной смесью. Наносят ее как стойкую к высоким температурам порошковую краску, удержание ее на поверхности осуществляется за счет электромолекулярных сил. Поверхность льда имеет положительный заряд, а минеральные частицы – отрицательный [1]. Данная смесь уплотняется посредством многослойного нанесения кварцевого песка и кратковременными вибрациями. Далее

модель выплавляется, излишняя жидкость впитывается в песчаный слой, образуя полость с четкими границами песчаной литейной формы. Также, с целью упрочнения стенок полости, ее отправляют в печь на подсушку. После этого в форму заливают раскаленный металл. Песчаную форму после затвердевания металла снова подвергают вибрации с целью ее разрушения. Отливка готова. Стоит отметить, что вода, используемая для ледяных моделей, на 30-90%, и кварцевый песок на 80-90% будут использоваться многократно.

При сохранении точности метода литья эффективность предлагаемой технологии в том, что криотехнология литья по ЛЛМ минимизирует использование полимеров или связующего для песка литейной формы, заменяет органические (пенопластовые или парафино-стеариновые выплавляемые) модели на ледяные, а такой процесс производства отливок полностью соответствует экологически чистым безотходным технологиям.

Список литературы

1.Дорошенко В. С. Многовариантность использования ледяных моделей при литье в песчаные формы – 2010.- №12

2.Ткаченко С. С., Кривицкий В. С. Станкостроение и модернизация лит. пр-ва– Спб. 2010.

3.Патент №81726 Украина МПК B22C 9/00, 9/02, 9/06.Способ засыпания модельных блоков песком в контейнере / Шинский О. И., Дорошенко В. С.

Сравнение некоторых характеристик разнородных соединений, полученных двумя способами сварки

Мухамадеев И.М.
Научный руководитель — доцент, Максимов В.К.
КНИТУ-КАИ, Казань
ilshatv09@yandex.ru

При прокладке подземных трубопроводов выполняют электрохимическую защиту (ЭХЗ) труб от коррозии. Выводы ЭХЗ приваривают к стенке трубы – дуговой сваркой к кольцевому шву стальной трубы, а к поверхности трубы – термитной сваркой (медным термитом). В данном тезисе доклада изложено сравнение результатов исследовательской части выпускной квалификационной работы и начальной исследовательской части работы магистра первого года обучения. В выпускной квалификационной работе проведено сравнение разнородных соединений, полученных механизированной аргонодуговой сваркой плавящимся электродом (МАДП) медной трубки охлаждения со стальной стенкой компрессора и этих же материалов пайкой. Сравнивались твердость и прочность сварного и паяного соединений. Показано, что в сварном соединении твердость уменьшается от 2000 МПа на границе со сталью до 1750 МПа в шве на границе с медью и на расстоянии 0,3 мм от шва твердость меди составляет порядка 1000 МПа[1].

В настоящей работе авторами изготовлены образцы приварки медных выводов ЭХЗ к стальной стенке трубы и проведено сравнение твердости и структуры образцов, полученных способами МАДП и термитной сваркой.

Измерение микротвердости проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 9450 «Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников».

Для данного исследования были изготовлены два микрошлифа. При первичном анализе шлифов при пятидесятикратном увеличении выявлено, что при сварке медным термитом образуется сварочная ванна, в которой кристаллизуется медь. В силу большего удельного веса, чем у стали, расплавленная медь вытеснила сталь из сварочной ванны. Глубина проплавления не превысила 1 (одного) мм в центре соединения на диаметре 13 (тринадцать) мм при диаметре сварного соединения 25 (двадцать пять) мм. Перед анализом структуры сварного соединения (до травления шлифов) были проведены измерения микротвердости на шлифах. Микротвердость измеряли в 24 точках с шагом в 100 мкм между точками (3 ряда по 8 точек). Измерения микротвердости проводили на микротестере «НХ-1000» (фирмы Remet, Италия). По полученным данным был построен график изменения микротвердости по сечению шва.

Анализ результатов измерения показал, что микротвердость основного металла стали и наплавленного металла – меди, а также твердость обоих металлов, измеренная на приборе Роквелла, соответствует, в данном случае – твердости стали в состоянии поставки (~2000 МПа) и твердости меди – в нагартованном состоянии (~1100 МПа) и совпадает с результатами [1]. Это, вероятно, связано с высокой скоростью охлаждения сварного соединения. Микротвердость переходного слоя шва от стали к меди (в среднем на двух образцах 4100 МПа) оказалась значительно выше твердости последних (~ в два раза, чем у стали, и почти в четыре раза, чем у меди), а также выше результатов [1].

Такое значение микротвердости перехода слоя шва от стали к меди можно объяснить тем, что в процессе сварки меди со сталью алюминиевым термитом образуется интерметаллид [2, 3], имеющий твердость выше, чем в данном случае и сталь, и медь. Толщина переходного слоя составила 20…25 мкм. Зона термического влияния со стороны стали не превышает 10 мкм.

Какой интерметаллид, железо – медь или алюминий – медь, будет выявлено при дальнейшем исследовании структурного анализа.

Влияние ультрамелкозернистой структуры конструкционных сталей на диффузионные процессы при низкотемпературном ионном азотировании

Николаев А.А., Есипов Р.С., Лунегов В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агзамов Р.Д.
УГАТУ, Уфа
nikolaev.aleksej95@gmail.com

В настоящее время одним из перспективных способов повышения износостойкости изделий из конструкционных сталей с УМЗ-структурой является низкотемпературное ионное азотирование (450ºС).

В данной статье приведены результаты исследования влияния УМЗ-структуры в конструкционных сталях 13Х11Н2В2МФ-Ш и 12Х18Н10Т на диффузионные процессы при низкотемпературном ионном азотировании. УМЗ-структуру материала получали путем интенсивной пластической деформации кручением (ИПДК) при температуре 300 ºС под давлением Р=6 ГПа, с количеством оборотов n=10. Низкотемпературное ионное азотирование проводили на вакуумной установке ЭЛУ-5М. Продолжительность обработки составила 6 ч при температуре 450 °С в смеси газов N2, Ar, H2 при давлении 150 Па.

В результате исследования влияния УМЗ-структуры материала на диффузионные процессы при низкотемпературном ионном азотировании установлено, что азотирование при температуре 450 °С в течение 4 часов позволяет увеличить поверхностную микротвердость образцов из конструкционных сталей с УМЗ-структурой в 1,25 раза – для стали 13Х11Н2В2МФ-Ш, и в 1,15 раз для стали 12Х18Н10Т.

Установлено, что после низкотемпературного ионного азотирования при 450 °С в течение 4 часов на сталях с УМЗ-структурой величина поверхностного упрочнения меньше, по сравнению с КЗ-структурой. Это обусловлено высокой подвижностью диффундирующего элемента азота в УМЗ-структуре сталей.

Доказано, что толщина диффузионного слоя, образованного после ионного азотирования при 450 °С в течение 6 часов, на сталях с УМЗ-структурой больше, по сравнению со сталями с КЗ-структурой. Так, для стали толщина упрочненного слоя стали 13Х11Н2В2МФ-Ш составила 80 мкм и 150 мкм. Для стали 12Х18Н10Т 25 мкм и 65 мкм, соответственно, для с КЗ- и УМЗ-состояния.

Установлено, что при температуре азотирования 450 °С и длительности 6 часов на поверхности конструкционных сталей 13Х11Н2В2МФ-Ш и 12Х18Н10Т с КЗ- и УМЗ-структурами отсутствует сплошной нитридный слой (ε и γ'-фазы), поскольку температуры и концентрации азота для образования нитридной фазы недостаточно. Таким образом, упрочненный слой состоит преимущественно из азотистой α-фазы.

Влияние технологической наследственности на низкотемпературное ионное азотирование титанового сплава ВТ6

Новикова С.К., Николаев А.А., Смирнова И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агзамов Р.Д.
УГАТУ, Уфа
svetlananovikova.2013@yandex.ru

В настоящее время титановые сплавы занимают значимое место среди современных конструкционных материалов из-за специфического синтеза физико-механических и технологических свойств. Относительно низкая плотность, коррозионная стойкость и жаропрочность, высокая удельная прочность титановых сплавов являются основанием для распространенности этих материалов в авиационной, космической промышленности, а также в автомобилестроении и даже медицине. Тем не менее, применение титана и его сплавов ограничивается из-за ряда недостатков, связанных со свойствами поверхности. Из-за низкой твердости, которая является следствием

недостаточной износостойкости поверхности, а также налипания титана, использование титановых сплавов, работающих в условиях интенсивного трения и износа поверхности, ограничивают.

Азотирование является одним из наиболее результативных способов повышения твердости и улучшения триботехнических характеристик поверхности титановых сплавов. Использование традиционного способа азотирования не является эффективным процессом, поскольку обработка поверхности проводится при температурах 800-900 °С и длительных выдержках. Это приводит к изменению микроструктуры и короблению, в особенности тонкостенных деталей. В связи с этим следует проводить низкотемпературное ионное азотирование.

Известно, что технология ионного азотирования позволяет регулировать структуру и состав модифицируемого поверхностного слоя посредством изменения технологических режимов обработки. Однако в настоящее время влияние технологической наследственности на параметры азотированного слоя изучены мало. В данной работе было исследовано, как предварительная обработка титанового сплава ВТ6 влияет на шероховатость и глубину азотированного слоя.

Исследовались 5 образцов после различной обработки поверхности: точения (МО), механической полировки (МП), электролитно-плазменной полировки (ЭПП), электроискровой резки (ЭИР)).

В результате исследования было установлено, что после азотирования при температуре 450°С шероховатость поверхности увеличивается несущественно, в среднем на 5% у образцов (МО, ЭИР). У образцов с изначально меньшей шероховатостью (МП, ЭПП) после азотирования шероховатость практически не изменилась (~1%).

Характер кривых распределения микротвердости по глубине упрочненного слоя был одинаковым у всех образцов. У образцов после точения и электроискровой резки поверхностная микротвердость была выше.

Влияние содержания легирующих элементов на температуру полиморфного превращения псевдо-β-сплава

Орлов А.А., Гумерова Д.Д., Кагарманов Ф.Ф.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
lxg2094@mail.ru

В настоящее время известно довольно много титановых сплавов, отличающихся по химическому и фазовому составу, механическим и технологическим свойствам.

В зависимости от природы легирующих элементов в отожженном состоянии структура титановых сплавов может быть представлена α-фазой, β-фазой и двумя фазами α и β при различном их количественном соотношении.

Основы легирования и обусловленные им твердорастворные и дисперсионные процессы упрочнения, а также основы деформации в связи с легированием являются главными вопросами для понимания потенциальных возможностей и перспектив титановых сплавов.

Одними из наиболее важных и распространенных легирующих элементов для титановых сплавов являются ванадий и молибден, образующие с β-фазой титана непрерывный ряд твердых растворов. Легирование этими β-стабилизаторами снижает температуру полиморфного превращения (Ac3). Ванадий относится к числу тех немногих легирующих элементов в титане, которые повышают не только прочностные свойства, но и пластичность. В промышленных сплавах, кроме перечисленных элементов, встречаются Cr, Mn, Fe, Ni, Sn, Cu, Zr, W.

Принципы легирования (выбора) высокопрочных сплавов для деталей крепления можно сформулировать следующим образом:

1. Для обеспечения достаточной технологичности в отожженном и закаленном состояниях содержание β-стабилизаторов должно быть больше 8% по молибденовому эквиваленту ([Mo]ЭКВ), а содержание алюминия сравнительно небольшим (не более 3%).
2. Для обеспечения максимальной прочности сплавов в термически упрочненном состоянии суммарное содержание β-стабилизаторов целесообразно поддерживать в пределах [Mo]ЭКВ=8 – 16,5%. Помимо этого, целесообразно легирование алюминием, оловом и цирконием, которые, упрочняя β-фазу, увеличивают эффект старения.
3. Для обеспечения наилучшей пластичности и малой прочности сплавов в закаленном состоянии необходимо исключить образование ω-фазы при закалке. Этого можно достигнуть двумя путями: а) легированием β-стабилизаторами до молибденового эквивалента, большего третьей критической концентрации; б) легированием сплавов алюминием или нейтральными упрочнителями (оловом, цирконием).

В данной работе проводилось исследование влияния содержания легирующих элементов на температуру полиморфного превращения псевдо-β-сплава ВТ-35 (Ti-3Al-15V-1Mo-3Cr-3Sn-1Zr-1,5Nb, [Mo]экв=16,9) и сплава Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr ([Mo]экв=19,2). Образцы заранее отжигали при температуре 600°C, выдерживали в течение 8 часов и охлаждали на воздухе для формирования (α+β) – равновесной структуры.

Температуру полиморфного превращения (Ac3) определяли с помощью метода пробных закалок в интервале температур 900°–700°C с шагом 50°C. Затем в определенном интервале закалку проводили через 10° для более точного определения Ac3.

Было установлено, что для сплава ВТ35 температура Ac3 составила 750°C, что хорошо согласуется со справочными данными. А для сплава Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr однофазное β-состояние было достигнуто после закалки с 900°C, что примерно на 150°C выше справочных. Более детальный анализ структурных изменений в процессе нагрева показал, что в одних зернах полное растворение α-фазы происходит при 700°C, а в других – при 900°C. Таким образом, такая большая разница в температуре Ac3 для разных зерен связана с неоднородностью распределения легирующих элементов по зернам β-фазы.

Исследование керамикоподобных МДО-покрытий на циркониевом сплаве Э110, формируемых в электролите с добавкой субмикронного порошка оксида иттрия

Панасова Г.В., Кондрацкий И.О.
Научный руководитель — к.т.н. Савушкина С.В.
МАИ, Москва
Galinapanasova1@gmail.com

Микродуговое оксидирование (МДО) является перспективным методом получения керамикоподобных покрытий из диоксида циркония [1-2]. Исследования МДО циркониевых сплавов проводят для получения биосовместимых покрытий имплантов, для защиты от коррозии ТВЭЛов, для получения теплозащитных покрытий. Более всего для теплозащитных покрытий подходит тетрагональная фаза диоксида циркония. Однако при комнатной температуре в МДО-покрытии она не может быть сохранена без стабилизации добавками оксидов. Было показано, что МДО в электролите-суспензии с добавками нанопорошка оксида иттрия позволяет получать диоксид циркониевые покрытия стабилизированной тетрагональной модификации [3-4]. Нанопорошки имеют высокую стоимость, быстро агломерируются и, в связи с этим, требуются дополнительные операции и оборудование для подготовки электролита-суспензии.

Перспективной заменой нанопорошков могут служить порошки субмикронного размера. Работа посвящена получению и исследованию структуры керамикоподобных диоксид циркониевых покрытий, формируемых микродуговым оксидированием с добавлением в электролит субмикронного порошка оксида иттрия при разных плотностях тока.

Покрытия были получены на образцах циркониевого сплава Э110 (Nb-1%) в электролите-суспензии, содержащем 5 г/л гипофосфита натрия и 9 г/л жидкого стекла с добавкой 6 г/л субмикронного порошка оксида иттрия. Эксперименты с формированием МДО-покрытий были проведены в анодно-катодном режиме при равном соотношении токов в течение 60 минут с суммарной плотностью тока 20, 30 и 40 А/дм2. Исследования морфологии поверхностного слоя покрытий проводились с помощью растрового электронного микроскопа Quanta 600. Рентгенофазовый анализ осуществлялся в медном Kα1,2 излучении на рентгеновском θ-θ дифрактометре EMPYREAN (PANnlytical). Фазы идентифицировали по базе данных ICDDPDF-2. Микротвердость полученных покрытий определяли по методу Виккерса с помощью микротвердомера Micromet 5114 с нагрузкой на индентор 0,25 Н. Время от начала подачи нагрузки до номинального значения составляло 5 секунд. Выдержка под нагрузкой составляла 10 секунд.

Полученные результаты показали, что толщины МДО-покрытий возрастают с увеличением плотности тока ~ 40, ~ 110 и ~ 170 мкм для покрытий, полученных при плотностях тока 20, 30 и 40 А/дм2, соответственно. Сформированные покрытия характеризуются типичной для диоксид циркониевых МДО-покрытий структурой из двух типов областей: кратерной и глобулярной. В покрытии, полученном при большей плотности тока, наблюдается большая площадь областей с преобладанием компонентов из электролита. Рентгенофазовый анализ показал, что увеличение плотности тока от 20 до 30 А/дм2 способствует подавлению моноклинной фазы в покрытии и снижается с 34% до 3%. В покрытии, полученном при плотности тока 40 А/дм2, наблюдаются пики тетрагональной фазы, уширенные по центру, что указывает на наличие кубической фазы. МДО-покрытия характеризуются тремя основными слоями – тонким барьерным, средним пористым и

верхним слоем с кратерными каналами. Оценка микротвердости по Виккерсу показала, что микротвердость верхнего слоя покрытий варьируется в пределах от 1060 до 2180 HV. Значение микротвердости возрастает с увеличением плотности тока МДО.

Таким образом, добавка субмикронного порошка оксида иттрия приводит к подавлению моноклинной фазы диоксида циркония. Эффект подавления возрастает с увеличением плотности тока при МДО.

Список литературы

1. Apelfeld A.V., Borisov A.M., Krit B.L., Ludin V.B., Polyansky M.N., Romanovsky E.A., Savushkina S.V. and others// Surf. Coat. Technol. 2015. V. 269, P. 279–285.

2. Savushkina S.V., Polyansky M.N., Borisov A.M., Vinogradov A.V., Lydin V.B., Dankova T.E., Agureev L.E.// J. Surf. Invest.: X-Ray, Synchrotron Neutron Tech. 2016. V. 10, P. 406–411.

3. Apelfeld A.V., Ashmarin A.A., Borisov A.M., Vinogradov A.V., Savushkina S.V., Shmytkova E.A. // Surf. Coat. Technol. 2017. V. 328, P. 513–517.

4. Savushkina S.V., Ashmarin A.A., Apelfeld A.V., Borisov A.M., Vinogradov A.V., Polyansky M.N., Bogdashkina N.L. // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series. 2017. V. 857, 012037.

Влияние подварок на свойства сварных соединений сплава 1151Т1

Панкина Е.А., Буряковская А.А., Соловьева И.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Давыденко Л.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
epankina489@gmail.com

Сплав 1151Т1 на основе системы Al–Cu–Mg применяется в качестве конструкционного материала в сварном герметичном или негерметичном вариантах для изделий машиностроения, работающих кратковременно до 450 °С и длительно до 200 °С.

При аргонодуговой сварке конструкций из алюминиевых сплавов в условиях производства возможно образование дефектов в виде трещин, цепочек газовых пор и включений оксидной пленки, приводящих к снижению прочности соединений и образованию течей в герметичных отсеках.

При исправлении дефектов путем подварок наблюдается изменение свойств и структуры металла шва и зоны термического влияния. Степень изменения свойств сварных соединений определяется технологией выполнения подварок. Цель данной работы заключалась в исследовании влияния подварок, выполняемых ручной аргонодуговой сваркой, на механические свойства и микроструктуру сварных соединений сплава 1151Т1, полученных автоматической аргонодуговой сваркой.

Для проведения исследований использовались листы из алюминиевого сплава 1151Т1 толщиной 3,0 мм. Автоматическую аргонодуговую сварку осуществляли на установке для сварки протяженных прямолинейных стыков с присадочной проволокой и на переменном токе на скорости 20 м/ч. Подварки выполняли ручной аргонодуговой сваркой. При подварках и сварке основного шва использовалась присадочная проволока Св.1177.

Результаты механических испытаний показывают, что подварки при выполнении основного шва автоматической аргонодуговой сваркой (ААрДЭС) оказывают заметное влияние на прочностные и пластические свойства сварных соединений. Так, например, предел прочности сварного соединения сплава 1151Т1 после второй подварки снижается примерно на 13%, а после третьей подварки – на 23%. Установлено, что более резкое снижение предела прочности сварного соединения наблюдается при выполнении подварок по зоне сплавления по сравнению с подварками по металлу шва.

Разрушение образцов, изготовленных после сварки и последующих двух подварок по металлу шва, происходило по зоне сплавления, а после трех имело место смешанное разрушение (как по зоне сплавления, так и по металлу шва). При выполнении подварок по зоне сплавления разрушение во всех случаях имело место по зоне термического влияния подварочного шва на расстоянии 4-11 мм от линии сплавления ремонтируемого шва.

Испытания образцов сварных соединений на изгиб показали, что после наложения подварок наблюдается незначительное уменьшение величины угла изгиба как по шву, так и по зоне сплавления. Разрушение образцов при изгибе, как правило, происходило по металлу шва.

Физическая сущность снижения механических свойств сварных соединений при подварках связана со структурными изменениями, происходящими в металле шва и металле зоны сплавления под влиянием повторных нагревов.

При сварке плавлением в непосредственной близости от шва наблюдается зона оплавления границ зерен. Ширина зоны оплавления зависит от режима аргонодуговой сварки. В структуре сплава 1151 эвтектика по границам зерен выделяется в небольших количествах, что обусловлено химическим

составом сплава. Структура зоны сварного шва мелкозернистая, дезориентированная, что характерно для случая быстрого затвердевания расплавленного металла при переохлаждении.

Микроструктура металла шва образцов после автоматической аргонодуговой сварки состоит из α–твердого раствора, на фоне которого закристаллизовалась дендритная сетка. Степень распада твердого раствора в металле шва не одинакова – имеются участки с повышенным и пониженным содержанием эвтектики.

На образцах, сваренных автоматической АрДЭС с одной и тремя подварками, в сварном шве по высоте сформировались две зоны, резко различающиеся между собой по микроструктуре. В верхней части микроструктура состоит из дендритов тонкого сложения, а в корне шва сформировалась более грубая структура. На образце с тремя подварками зона сварного шва с тонкой структурой более глубокая, чем на образце с одной подваркой.

С увеличением количества подварок ширина переходной зоны увеличивается: так, на образце без подварок протяженность ее составляет 0,7 мм, на образце с одной подваркой – 0,9 мм, и на образце с тремя подварками – 1,3 мм.

Проведенные исследования показывают, что подварки снижают значения прочности сварного соединения и угла изгиба металла шва. Для исправления дефектных участков сварных соединений возможно использование двух подварок, выполняемых ручной аргонодуговой сваркой.

Список литературы

1. Овчинников В.В., Дриц А.М., Курбатова И.А., Гуреева М.А. Технология сварки алюминиевого деформируемого сплава 1151. // Наукоемкие технологии в машиностроении. 2017. №1. С.10–15.

2.Фридляндер И.Н. Современные алюминиевые, магниевые сплавы и композиционные сплавы на их основе. // Металловедение и термическая обработка металлов. 2002. №7. С.9–17.

Рентгеноструктурный анализ спеченных изделий из одноосно спрессованных электроэрозионных порошков свинцовой бронзы

Переверзев А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Агеев Е.В.
ЮЗГУ, Курск
chaser-93@yandex.ru

Свинцовая бронза находит широкое применение в различных областях промышленности. Благодаря отличным антифрикционным свойствам свинцовая бронза широко применяется при изготовлении деталей машин, работающих в узлах трения.

Широкое применение свинцовой бронзы в различных областях промышленности ведет к большому скоплению ее отходов, требующих переработки. В настоящее время существует множество способов, позволяющих перерабатывать металлоотходы с целью их повторного применения. Однако недостатками известных способов являются повышенные энергозатраты, многооперационность технологического процесса.

Наиболее перспективным методом переработки отходов свинцовой бронзы является метод электроэрозионного диспергирования (ЭЭД), который отличается экологической чистотой процесса и относительно небольшими затратами энергии.

Проведение намеченных мероприятий позволит решить проблему утилизации отходов и дальнейшее их использование и тем самым снизить себестоимость производства конечного продукта.

Целью работы являлось проведение рентгеноструктурного анализа спеченных образцов из одноосно спрессованных электроэрозионных порошков свинцовой бронзы, полученных в дистиллированной воде.

Для получения порошка из отходов свинцовой бронзы (ГОСТ 493-79) использовали установку ЭЭД, разработанную авторами. Отходы загружали в реактор, заполненный рабочей жидкостью – дистиллированной водой, процесс проводили при следующих электрических параметрах: емкость разрядных конденсаторов 65,5 мкФ, напряжение 190…200 В, частота следования импульсов 95…105 Гц. В результате локального воздействия кратковременных электрических разрядов между электродами произошло разрушение материала отходов с образованием дисперсных частиц порошка.

Для получения компактированных материалов был использован гидравлический настольный пресс для ручного прессования таблеток HERZOG TP20.

Прессование проводили в стальной пресс-форме диаметром 10 мм, при давлении 1500 МПа, выдержка под давлением 2 мин.

Затем скомпактированный образец в трубчатой раскладной печи Nabertherm RS 80/300/13/P470 спекали в течение 12 часов при температуре 827ºС (1100 К) в среде аргона.

Исследование фазового состава полученного образца проводили методом рентгеновской дифракции на дифрактометре Rigaku Ultima IV в излучении Cu-Kα (длина волны λ = 0.154178 нм) с использованием щелей Соллера.

На основании выполненного рентгеноструктурного микроанализа было установлено, что основными фазами в спеченном образце, полученном методом одноосного прессования порошка, полученного электроэрозионным диспергированием в дистиллированной воде, являются Cu, Zn2SnO4, Pb(Cu2O2), PbO, Fe3O4.

Анализ зональных остаточных напряжений при комбинированном хромировании конструкционных сталей

Першуков М.М.
Научный руководитель — профессор, к.ф-м.н. Нечаев Л.М.
ТулГУ, Тула
nech47@yandex.ru

В работе изучали процессы, происходящие в поверхностных слоях конструкционных сталей 30ХРА, 30ХГСА, 30ХНМА после проведения гальванического хромирования. Гальваническое хромирование проводили на образцах как без предварительной операции поверхностного упрочнения, так и комбинировано совместно с операцией электролитического хромирования поверхности.

Гальваническое хромирование образцов как без предварительной операции поверхностного упрочнения, так и при ее наличии сопровождается повышением поверхностной твердости до 7-8 ГПа, не зависящей от режима процесса. Характерной особенностью распределения микротвердости поверхностного слоя в отсутствии предварительного упрочнения является снижение твердости матрицы вблизи границы раздела. Глубина депрессии по сравнению с уровнем матрицы достигает 1 ГПа. Это явление может быть объяснено лишь деструкцией приграничного слоя основы. Причиной деструкции являются напряжения несоответствия между кристаллическими решетками основы и покрытия, которые возникают при их подстройке и высокой адгезии наносимого покрытия. Отмеченная деструкция не выявляется металлографически, но ее существование подтверждается сохранением депрессии твердости после удаления хромового покрытия электрохимическим полированием.

Зональные остаточные напряжения при всех режимах хромирования предварительно неупрочненных образцов являются сжимающими. Причем их абсолютная величина увеличивается с ростом толщины покрытия. Исключение составляют гальванические покрытия отожженной стали, у которых напряжения сжатия возрастают до толщины покрытия 0,02 мм, после чего незначительно снижаются, а также закаленной стали при толщине более 0,03 мм. В первом случае снижение сжимающих напряжений в покрытии объясняется их релаксацией за счет пластической деформации подложки. На закаленной стали релаксация напряжений в покрытии является следствием его растрескивания.

Характер зависимости остаточных зональных напряжений и параметров субструктуры от толщины покрытия позволяет объяснить ее условиями подстройки кристаллических решеток покрытия и матрицы. Высокая адгезия хрома на поверхности стали исключает возможность релаксации напряжений несоответствия при подстройке путем его отслоения. Снижение упругих деформаций граничных слоев происходит за счет образования дислокаций соответствующей ориентации. Поэтому тонкие электролитические покрытия характеризуются высокими значениями микроискажений, плотности дислокаций, измельчением блоков субструктуры.

Перестройка структуры поверхностного слоя заготовки перед нанесением электролитического покрытия приводит к изменению условий подстройки и характеристик наносимого слоя. При этом в покрытии формируются растягивающие остаточные напряжения (300-400 МПа). Депрессия твердости под слоем хрома сменяется зоной упрочнения глубиной до 0,15 мм, что благоприятно сказывается на контактной прочности и усталостной износостойкости.

Повышение качества деталей при их механической обработке пластинами из композиционных материалов

Петухова О.С., Гуркина Е.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Ягудин Т.Г.
МАИ, Москва
faculty1@mail.ru

Под действием сил резания и пластического деформирования в поверхностном слое металла обрабатываемой детали происходит измельчение и вытягивание кристаллических зерен в направлении обработки с образованием текстуры, а также искривление плоскостей скольжения с появлением напряжений. Искажение кристаллической решетки сопровождается увеличением твердости и прочности поверхностного слоя, уменьшением пластичности и вязкости, изменением магнитных и других свойств металла.

Одновременно с упрочнением под действием температуры, возникающей в зоне обработки, происходит некоторое разупрочнение поверхностного слоя металла. Длительное температурное воздействие уменьшает величину упрочненного слоя, получаемого в результате деформации, и может полностью снять возникшее в процессе обработки упрочнение.

Степень и глубина распространения упрочнения и разупрочнения зависят от применяемых методов, режимов и условий обработки, а также от геометрии обрабатывающего инструмента. Изменение режима резания или пластического деформирования приводит к изменению сил, воздействующих на обрабатываемую поверхность, а увеличение продолжительности этого воздействия вызывает повышение степени упрочнения, приводит к возрастанию глубины его распространения. Уменьшению разупрочнения в процессе обработки металлов резанием способствует снижение сил трения и увеличение интенсивности отвода тепла из зоны резания за счет применения СОЖ и выбора оптимального режима обработки и геометрии режущего инструмента.

Упрочнение поверхностного слоя в большинстве случаев повышает износостойкость сопрягаемых поверхностей, предотвращает возникновение субмикроскопических нарушений плотности металла, порождающих образование и развитие усталостных трещин, а также препятствует росту уже имеющихся в металле трещин, волосовин и других дефектов. Оно способно в значительной степени нейтрализовать влияние отдельных наружных дефектов, а также некоторых вредно влияющих на работоспособность детали параметров шероховатости поверхности. Все это повышает усталостную прочность деталей, работающих в нормальных условиях или при температурах свыше 600-800 °С.

Определенное влияние упрочнение оказывает на коррозионную стойкость деталей. При обработке металлов резанием в поверхностном слое создаются неоднородности, вызывающие возникновение коррозионных микроэлементов. При этом наличие шероховатости на поверхности, особенно больших высот микронеровностей и малых радиусов закругления впадин, вызывает интенсивное протекание коррозионных процессов.

При механической обработке в поверхностном слое возникают остаточные напряжения, величина, глубина распространения и знак которых зависят от применяемых методов, режима обработки, геометрии режущего или деформирующего инструмента и ряда других факторов. При пластическом деформировании поверхности в наружном слое возникают сжимающие, а в нижележащих слоях – растягивающие напряжения. В результате быстрого охлаждения поверхностного слоя после прекращения воздействия на него режущего инструмента во внешнем слое развиваются остаточные напряжения растяжения, а в нижележащих слоях – напряжения сжатия. Преобладание того или иного фактора развития в поверхностных слоях напряженного состояния при разных методах и режимах обработки определяет характер и глубину распространения напряжений.

Таким образом, одинаковые по точности и величине шероховатости поверхности деталей, изготовленные по одному и тому же чертежу, но различными способами, при различных режимах и условиях обработки, различным инструментом, имеют и различные физико-механические эксплуатационные свойства.

Влияние свойства связок алмазосодержащего композиционного материала на алмазоудержание

Петухова О.С., Смирнова Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ягудин Т.Г.
МАИ, Москва
faculty1@mail.ru

Использование для оценки удерживающей способности удельного критерия Ga дало возможность сравнить его с ранее определенными физико-механическими свойствами связок. В работе устанавливалась связь функции алмазоудержания (Ga) от твердости. Это связано с тем, что твердость является легко контролируемым свойством и широко используется для проверки качества рабочей поверхности инструмента. В пределах одного состава твердость может служить индикатором алмазоудержания. В связи с этим следует отметить, что существующие в настоящее время нормы отклонений твердости (обычно ±10 HRB) дают большой диапазон изменения Ga, существенно влияющий на стабильность работы алмазно-абразивного инструмента.

Очевидно, целесообразно принимать инструмент по более жестким нормам твердости, установленным в соответствии с результатами настоящих исследований. В то же время твердость не может служить критерием алмазоудержания для различных связок. Подтверждением сказанному может служить также оценка влияния твердости на Ga, произведенная с помощью выборочного коэффициента корреляции r0. Вычисления дают r0 = 0,606, что при числе степеней свободы 2 явно не входит в 95% доверительный интервал.

Наиболее вероятна связь алмазоудержания с прочностью металлической матрицы композиционного слоя; как показали исследования, разрушение алмазоносного слоя происходит за счет деформации в зоне закрепления алмазного зерна. Наиболее достоверно, с 1% уровнем значимости, коррелирует с алмазоудержанием прочность при сжатии.

В отличие от Gсж, прочность связок при изгибе и двойном срезе коррелирует с алмазоудержанием с 5% уровнем значимости, что также является достаточным признаком зависимости. Если существует зависимость алмазоудержания от одного из свойств металлической матрицы алмазосодержащего композита, то и другие его свойства также влияют на алмазоудержание, так как между ними существует определенная пропорциональность.

Нами выяснялось, имеет ли влияние на алмазоудержание пластичность исследуемых связок. В качестве критериев оценки были использованы удельная ударная вязкость и относительная осадка при сжатии.

Можно заметить следующее: анализ проведенных испытаний дал четкое понимание того, что работоспособность инструмента находится в корреляционной зависимости от свойств связок. Наиболее четкой и обоснованной является зависимость Ga = f(Gсж). Из сказанного выше следует:

1) подтверждается гипотеза о характере закрепления (механическое защемление) алмазных зерен в металлической связке;

2) подтверждается гипотеза о характере вырыва (сжатие противолежащей стенки лунки) зерна из металлических связок.

При дальнейшем изучении вопроса о взаимосвязи состава связки с ее работоспособностью, опираясь на только что сделанные выводы, нужно рассматривать структуру композита как источник прочностных характеристик, а не как единичный фактор.

Влияние высокого вакуума и повышенных температур на механические свойства алюминиевого сплава АМг6

Полянская Л.В., Гавриков А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воронин С.В.
Самарский университет, Самара
polyanskaya-lyudmila@list.ru

Для создания новейших перспективных ракетоносителей и космических аппаратов важно знать эксплуатационные свойства и размерную стабильность материалов в условиях космической среды. К факторам космического пространства, в основном, относят вакуум, повышенные и пониженные температуры, ионизационные излучения, воздействие атомарного кислорода и т.д. При проектировании и создании космических аппаратов часто используются алюминиевые сплавы. Поэтому целью данной работы является исследование влияние высокого вакуума при повышенных температурах на механические свойства алюминиевого сплава АМг6. Данный сплав обладает

хорошей свариваемостью, удовлетворительными механическими свойствами и малой плотностью. Поэтому он широко используется при создании космической техники.

Исследования проводились на установке «АЛА-ТОО» типа ИМАШ-20-75, которая используется для проведения испытания образцов на одноосное растяжение при атмосферном давлении, в вакууме, при повышенных и пониженных температурах. Испытанию подвергались образцы из сплава АМг6 с размерами рабочей части 18,5х3,0х2,0 мм. При подготовке к испытаниям на образцах отмечалась начальная расчетная длина согласно ГОСТу 11701-84. Образцы подвергались одноосному растяжению со скорость деформирования 6,35 мм/час, при температурах 20°С, 100°С и 200°С при атмосферном давлении 760 мм.рт.ст. и при вакууме со степенью разряжения 5,2·10-5 мм.рт.ст. После установки образцов в захваты растягивающего устройства в вакуумной камере, в течении 50-60 минут, за счет ротационного вакуумного насоса и диффузионного вакуумного насоса создавалась степень разряжения, равная 5,2·10-5 мм.рт.ст. Затем, в случае испытаний при температуре 100°С и 200°С, был включен режим нагрева образца. Выдержка образцов при высокотемпературных испытаниях составляла 30 мин, затем начиналось растяжение образцов. Относительное удлинение определялось путем замера конечной расчетной длины образца после испытания. В процессе проведения испытаний были получены диаграммы растяжения, при помощи которых определяется предел текучести и предел прочности материала.

При анализе полученных результатов видно, что при атмосферном давлении с повышением температуры с 20°С до 100°С наблюдается уменьшение предела текучести со 110 МПа до 90 МПа, предела прочности с 190 МПа до 170 МПа и увеличение относительного удлинения с 17,5 % до 27 %. При повышении температуры со 100°С до 200°С отмечено уменьшение предела текучести с 90 МПа до 70 МПа, предела прочности с 170 МПа до 80 МПа, относительное удлинение увеличилось с 27 % до 38,5 %, что соответствует установленным закономерностям деформационного поведения и изменения механических свойств с увеличением температуры.

При проведении испытаний в вакууме с повышением температуры с 20°С до 100°С не наблюдается изменения величины предела текучести. Однако предел прочности уменьшился с 230 МПа до 210 МПа и наблюдается увеличение относительного удлинения с 18,0 % до 25,0 %. При повышении температуры со 100°С до 200°С наблюдается снижение предела текучести с 130 МПа до 100 МПа, предела прочности с 210 МПа до 110 МПа и наблюдается увеличение относительного удлинения с 25,0 % до 47,5 %.

При 20°С с понижением давления наблюдается увеличение предела текучести со 110 МПа до 130 МПа, предела прочности – со 190 МПа до 230 МПа, относительное удлинение – с 17,5 % до 18,0 %. При 100°С с понижением давления наблюдается увеличение предела текучести с 90 МПа до 130 МПа, предела прочности – со 180 МПа до 210 МПа, снижение относительного удлинения – с 27 % до 25 %. При 200°С с понижением давления наблюдается увеличение предела текучести с 70 МПа до 100 МПа, предела прочности – с 80 МПа до 110 МПа, снижение относительного удлинения – с 38,5 % до 47,5 %.

В процессе исследования было выявлено влияние высокого вакуума на механические свойства алюминиевого сплава АМг6. Установлено, что в вакууме при 20°С происходит увеличение предела текучести на 18 %, предела прочности на 21 %, относительного удлинения на 2,8 % по сравнению с испытанием при атмосферном давлении. В вакууме при 100°С предел текучести увеличился на 44 %, предел прочности – на 17 %, относительное удлинение уменьшилось на 8 %, при 200°С предел текучести увеличился на 42%, предел прочности – на 37%, относительное удлинение уменьшилось на 23 %.

Влияние редкоземельных металлов на размер зерна титановых (α+β)-сплавов

Савостин Д.С., Гуреев И.И.
Научный руководитель — Грушин И.А.
МАИ, Москва
denis.savostin2012@yandex.ru

Титан является одним из наиболее важных и востребованных конструкционных материалов в авиации, ракетостроении, медицине, судостроении и во многих других областях промышленности. В связи с постоянно растущими требованиями к изготавливаемым изделиям титановые сплавы подвергаются различным видам обработок (термической, термоводородной, механической и др.), которые призваны повысить их эксплуатационные характеристики. Одним из наиболее перспективных и малоизученных на данный момент способов повышения удельных характеристик титановых сплавов является легирование их с использованием редкоземельных металлов (РЗМ). Одним из положительных эффектов, вызванным влиянием РЗМ, в частности лантана, гадолиния,

иттрия и диспрозия, является уменьшение размеров зерен. Подобное влияние на структуру должно положительно сказываться на механических свойствах титановых сплавов.

Был проанализирован ряд работ, связанных с влиянием РЗМ на титановые (α+β)-сплавы [1-5]. Так, в исследовании [4] сплав Ti–6Al–4V, который был произведен с использованием метода литья под давлением, легировался гадолинием в количестве 1-5 масс. %. В результате было выяснено, что легирование гадолинием в количестве до 5 масс. % приводит к уменьшению размеров α-колоний, а при уменьшении содержания гадолиния до 1-3 масс.% этот эффект становится менее значительным. В то же время легирование сплава Ti–6Al–4V лантаном в количестве 0,9-2,8 масс. % [2, 3] приводит к уменьшению размеров зерен по сравнению с базовыми сплавами. При легировании частицами иттрия и диспрозия в количестве 550 и 1100 vpm сплава Ti–6Al–4V, полученного с помощью методов порошковой металлургии [5], наблюдается уменьшение размеров зерен β-фазы.

Влияние гадолиния, иттрия и диспрозия на сплав ВТ23, который был предварительно подвержен различным термическим обработкам, показано в исследовании [1]. Содержание 0,02 масс. % РЗМ в сплаве ВТ23 с грубой перегретой структурой приводит к образованию более мелкого зерна, а также утончению и уменьшению пластин в зернах. Аналогичный эффект наблюдается при закалке и старении сплава, содержащего 0,02-1 масс. % РЗМ, что объясняется наличием дополнительных центров кристаллизации.

Таким образом, можно сделать вывод, что присутствие небольших концентраций редкоземельных элементов (до 5 масс. %) в титановых (α+β)-сплавах приводит к уменьшению размеров зерен.

Влияние редкоземельных металлов на механические свойства титановых (α+β)-сплавов

Савостин Д.С., Качайкина Е.С.
Научный руководитель — Грушин И.А.
МАИ, Москва
denis.savostin2012@yandex.ru

Редкоземельные металлы (РЗМ), благодаря их уникальным физико-химическим свойствам, являются перспективным легирующим элементом при создании титановых сплавов. Влияние РЗМ, в частности лантана, гадолиния, иттрия и диспрозия, на титан в текущий момент изучено недостаточно и требует дополнительных исследований. По этой причине нельзя однозначно спрогнозировать, какое влияние РЗМ будут оказывать на механические свойства титановых сплавов.

Был проведен анализ некоторых отечественных и зарубежных работ [1-4], в которых рассматривалось влияние РЗМ на характеристики и свойства титановых (α+β)-сплавов. В ходе исследования влияния РЗМ, в частности гадолиния, иттрия и диспрозия, на сплав ВТ23 [1] было отмечено, что добавление гадолиния в количестве 0,02-1 масс. % к отожженному сплаву ВТ23 приводит к повышению механических свойств на 10-15 %. После закалки и старения сплав ВТ23 с аналогичным содержанием РЗМ обладает сверхвысокой прочностью, что наиболее характерно для сплава с содержанием 0,02 масс. % РЗМ. Значения предела прочности и пластичность сплава после закалки и старения также увеличились.

Исследование сплава Ti–6Al–4V, который был получен с использованием метода литья под давлением, с содержанием гадолиния 1-5 масс. % [2] показало снижение механических свойств, несмотря на уменьшение размеров зерен. Этот эффект может быть связан с увеличением пористости в результате легирования гадолинием. В работах [3,4] было проведено легирование сплава Ti–6Al–4V с помощью лантана в количестве 0,9-2,8 масс. %. Для сплавов, содержащих 1,5 и 2,8 масс. % лантана, было замечено снижение прочностных и пластичных характеристик, а для сплава с содержанием 0,9 масс. % РЗМ наблюдался небольшой рост аналогичных свойств.

Таким образом, механические свойства сплавов зависят от многих факторов и могут резко меняться в зависимости от способа получения сплава, процентного содержания РЗМ, предварительной механической и термической обработки и др. Можно сделать вывод о том, что влияние редкоземельных металлов на свойства титановых сплавов разнообразно и неоднозначно.

Влияние технологических режимов плазменного напыления на фракционный состав распыляемых частиц в плазменной струе

Салтыков А.В., Демин Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Егоров Е.Н.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
probele98@mail.ru

Титановые сплавы широко применяют в качестве материалов имплантатов, в частности элементов эндопротеза тазобедренного сустава (ЭПТБС). Для срастания мягких и костных тканей с имплантатом необходимо создать на поверхности условия для врастания тканей. Одним из перспективных способов получения таких условия является напыление пористого титанового покрытия с помощью плазменного напыления.

В данной работе исследовали влияние технологических режимов плазменного распыления проволоки (сила тока, расход плазмообразующих газов, мощность дуги) на фракционный состав распыляемых частиц в плазменной струе.

Нанесение покрытия проводили методом плазменного распыления проволоки технического титана ВТ1-0. Фракционный состав распыляемых частиц определяли методом фотосъемки.

Покрытие формировалось из трех слоев. Толщины варьировались от 0,13 до 0,16 мм. Толщина покрытия варьировалось от 0,4 до 0,5 мм. Изменение фракционного состава проводилось регулировкой мощности дуги. В свою очередь, мощность дуги регулировалась силой тока и соотношением и расходом плазмообразующих газов.

Режимы напыления были следующие:

• Режим №1: U=33В, I=300А, Gг=0,5 усл.ед.;
• Режим №2: U=31В, I=300А, Gг=0,4 усл.ед.;
• Режим №3: U=38В, I=320А, Gг=0,6 усл.ед.;

По результатам экспериментов был проведен статистический анализ с помощью программы «Stadia 6.2».

Режим №1: размах варьирования диаметра распыляемых частиц составляет 0,44-0,66 мм, выборочное среднее 0,56±0,021 мм, стандартное отклонение 0,056 мм;

Режим №2: размах варьирования диаметра распыляемых частиц составляет – 0,44-0,72 мм, выборочное среднее 0,67±0,022 мм, стандартное отклонение 0,063 мм;

Режим №3: размах варьирования диаметра распыляемых частиц составляет – 0,08-0,41 мм, выборочное среднее 0,22±0,024 мм, стандартное отклонение 0,007 мм.

Установлено, что с повышением силы тока, напряжения, увеличением общего расхода плазмообразующих газов, а также увеличением процентного соотношения гелия в общем расходе плазмообразующих газов увеличивается мощность дуги, что приводит к уменьшению фракционного состава распыляемых частиц в плазменной струе. Получены регрессионные зависимости фракционного состава от режимов распыления титановой проволоки.

Влияние обратимого легирования водородом и пластической деформации на фазовый состав, структуру и кристаллографическую текстуру опытного титанового сплава с повышенным содержанием алюминия

Слезов С.С., Гуркина Е.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Мамонов А.М.
МАИ, Москва
slezov93@mail.ru

В настоящее время одной из наиболее перспективных комплексных технологий обработки титановых сплавов с повышенным содержанием алюминия является технология, включающая термоводородную обработку (ТВО) и водородное пластифицирование (ВП), основанные на обратимом легировании водородом, позволяющие эффективно управлять структурой, технологическими и эксплуатационными характеристиками сплавов.

В связи с этим в данной работе представлены результаты исследования влияния обратимого легирования водородом и пластической деформации на фазовый состав, структуру и кристаллографическую текстуру опытного титанового сплава Ti-8,7Al-1,5Zr-2,0Mo с повышенным модулем упругости.

Для получения в сплаве однородной равновесной структуры образцы предварительно отжигали в вакуумной печи при температуре 950 ºС в течение 1 часа. Насыщение образцов водородом проводили

в установке Сивертса при температурах 850 ºС – 750 ºС и до концентраций 0,3 и 0,6 %. Влияние водорода на технологическую пластичность высокомодульного титанового сплава изучали при испытаниях на изотермическую осадку образцов в торец при температурах 800 и 850 ºС.

Результаты испытаний показали, что повышение концентрации водорода в сплаве приводит к увеличению объемной доли β-фазы и уменьшению размеров рекристаллизованной первичной α(α2)-фазы. Кроме того, дополнительное легирование водородом приводит к снижению предела текучести сплава на 200 и 130 МПа при температурах 800 и 850 ºС, соответственно.

Для количественного описания кристаллографической текстуры образцов с различным содержанием водорода использовали метод обратных полюсных фигур (ОПФ), основанный на расчете интегральных интенсивностей дифракционных максимумов α- и β-фаз. Установлено, что в деформированных образцах с повышением концентрации водорода наблюдается увеличение полюсной плотности семейства плоскостей {200}β. Увеличение содержания водорода в сплаве приводит к существенному увеличению доли ориентировки плоскости (112) и резкому снижению полюсной плотности плоскостей базиса (001) и призмы (100) α-фазы.

Реализация ступенчатого вакуумного отжига деформированных образцов при температурах 550 ºС – 650 ºС приводит к формированию текстуры, качественно схожей с текстурой осаженных образов, не легированных водородом. Это означает, что β→α-превращение, развивающееся в результате удаления водорода, приводит к зарождению и росту α-фазы в соответствии с теми же ориентационными соотношениями, что и при атермическом распаде β-фазы, происходящем в процессе охлаждения образцов с температур деформации.

Оценка кинетики превращений аустенита в крупногабаритных заготовках из среднелегированной стали Cr-Ni-Mo-V-композиции в ходе закалки

Смирнова Д.Л.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Цуканов В.В.
НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей», Санкт-Петербург
6arupa.93@gmail.com

Для описания кинетики превращений переохлажденного аустенита принято применять термокинетические диаграммы (ТКД). Однако анализируя стандартные диаграммы превращения аустенита, полученные при непрерывном охлаждении, можно отметить их неполную совместимость с реальными режимами охлаждения крупных заготовок в различных условиях (в воде, масле, или комбинированно).

В настоящее время в современных дилатометрах появилась возможность проведения дилатометрических исследований с учетом подобия условий проведения эксперимента натурным процессам термической обработки, со скоростями охлаждения, соответствующими реальным. Результаты подобного моделирования позволяют получить действительную картину процессов, происходящих по всему сечению крупногабаритной заготовки.

В работе проведено исследование кинетики превращений аустенита в крупногабаритной заготовке сечением 1000 мм из среднелегированной стали Cr-Ni-Mo-V-композиции в ходе закалки с использованием высокоскоростного закалочно-деформационного дилатометра DIL 805 с моделированием реальных скоростей охлаждения по сечению.

По результатам работы была сделана оценка эффективности применения стандартных ТКД в сравнении с моделирующими режимами охлаждения для определения температурно-кинетических параметров превращений в сталях, применяемых в крупногабаритном машиностроении.

Экспериментальные исследования выполнены на оборудовании Центра коллективного пользования научным оборудованием «Состав, структура и свойства конструкционных и функциональных материалов» НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей».

Список литературы

1. Попов А.А., Попова Л.Е. Справочник термиста. Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита. – М.: Машгиз, 1961.-430 с.
2. Цуканов В.В. Современные стали и технологии в энергомашиностроении. – СПб.: АНО ЛА «Профессионал», 2014. -464 с.

Структура и свойства образцов из титанового сплава Ti-6Al-4V, полученных при помощи 3D-технологии прямого нанесения металла

Смирнова Е.А., Герман М.А., Фисенкова Д.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
evgeshavulkan@gmail.com

Аддитивные технологии являются крайне перспективным и быстро развивающимся направлением, которое требует изучения. Изделия, полученные при помощи 3D-печати, применяют в различных отраслях промышленности, таких как авиация, машиностроение и медицина [1]. Предметом научного интереса является поиск различных способов модификации структуры и свойств изделий, получаемых при помощи аддитивного производства, в целях максимального соответствия изделиям, получаемым по классическим промышленным технологиям.

В работе были исследованы структура и свойства образцов, полученных при помощи 3D-технологии прямого нанесения металла (DMD – Direct Metal Deposition). В технологии DMD используют мелкодисперсный металлический порошок, который с помощью потока инертного газа поступает в точку нанесения. В ту же точку направляется сфокусированный луч лазера. Под действием его энергии происходит частичное оплавление частиц и диффузия порошкового материала с уже имеющимся слоем [1,2]. Исследования проводились на образцах, полученных при помощи 3D-печати по технологии DMD из металлического порошка сплава Ti-6Al-4V. Большая доля частиц имела размеры до 80 мкм.

На первом этапе на исходных образцах была исследована структура и измерена твердость. Проведенные исследования показали, что структура 3D-образцов представлена α-фазой пластинчатой морфологии и небольшим количеством β-фазы, что подтверждает рентгеноструктурный анализ. Кроме того, в плоскости, перпендикулярной выращиванию образца, четко просматривается α-«оторочка», наличие которой объясняется тем, что границы β-зерен являются наиболее дефектными местами и, следовательно, при охлаждении – предпочтительными местами зарождения α-фазы.

Измерение твердости после 3D-печати показало существенное ее отличие в разных направлениях – 37 ед. HRC в плоскости выращивания и 32 ед. HRC в продольном направлении. Различие твердости в зависимости от направления, вероятно, связано с особенностями охлаждения слоев в процессе 3D-печати.

На следующем этапе работы был проведен отжиг по режиму – 800С, 1 час, с охлаждением на воздухе. В результате термической обработки кардинальных изменений в структуре не произошло. В структуре заметен незначительный рост пластин α-фазы. Твердость после термической обработки во всех направлениях выравнивается и составляет 37 ед. HRC.

На следующем этапе работы были проведены механические испытания образцов в исходном состоянии непосредственно после выращивания. Исследования подтвердили высокую анизотропию свойств в различных направлениях. Предел прочности существенно выше в продольном направлении (1100 МПа), чем в перпендикулярном (1030 МПа) выращиванию исходной заготовки. Далее были проведены механические испытания образцов после термической обработки. Отжиг при температуре 800С исходных 3D-образцов приводит к некоторому снижению прочностных характеристик и обеспечивает значение предела прочности около 990 МПа в направлении выращивания и 1050 МПа поперек выращивания заготовки. Кроме того, наблюдается некоторое увеличение пластичности. Анизотропия свойств в двух перпендикулярных направлениях сохраняется.

Список литературы

1. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // пособие для инженеров. – М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.

2. 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

Комплексные технологии управления структурой и свойствами титановых сплавов

Соловьев А.С., Фисенкова Д.В., Качайкина Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гвоздева О.Н.
МАИ, Москва
grushin.ivan7@yandex.ru

Титан и сплавы на его основе среди конструкционных металлических материалов занимают приоритетную позицию благодаря хорошему сочетанию технологических и эксплуатационных

свойств, что делает их незаменимыми для авиационной и космической техники. Однако наметилась тенденция вовлечения титановых сплавов в медицину, в частности, в ортопедию для изготовления внутренних имплантатов.

Одним из распространенных видов эндопротезирования является тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, который состоит из ножки, чашки, полиэтиленового вкладыша и головки. По механо-биологической совместимости наиболее удачным считается нелегированный титан марки ВТ1-0 и двухфазный (□+□)- титановый сплав марки ВТ6. Они не приводят к аллергическим реакциям, являются низкомодульными в сочетании с высокой удельной прочности. Однако при всех достоинствах титановые сплавы обладают и рядом недостатков: это низкие антифрикционные свойства, отсутствие физико-химического контакта на границе между основой и пористым покрытием, необходимость создания регламентированных структур с определенным уровнем свойств.

Поэтому цель работы состояла в обобщении технологий обработки, которые направлены на изменение и улучшение перечисленных проблем.

В формировании структуры большую роль играют температурные области пластической деформации и термической обработкой, время выдержки и условия охлаждения. Назначение режима обработки исходит из условий эксплуатации изделий и определяется предъявляемыми требованиями к структуре и свойствам материала. Установлено, что тип структуры определяется морфологией □- и □- фаз, их размером и количественным соотношением. В общем случае, чем дисперснее структура, тем выше прочность и ниже пластичность.

Модуль упругости кости ниже модуля упругости металла эндопротеза, поэтому для обеспечения хорошей механической совместимости нужен плавный переход в зоне контакта металла и кости. Это достигается путем создания на поверхности изделия пористого покрытия, которое играет также роль демпфера и улучшает прорастание костной ткани в эндопротез.

Изучение состояния контактной поверхности раздела «основа–покрытие» после газотермического напыления показало полное отсутствие физико-химического контакта, который выражается в отсутствии диффузионной зоны. Содержание алюминия и ванадия при переходе от основы к покрытию изменяется скачкообразно. В процессе эксплуатации такое покрытие отслаивается и резко сокращает срок службы эндопротеза.

Показано, что применение термоводородной обработки приводит к исчезновению пор на границе раздела «основа – покрытие» и образованию переходной зоны. Химический состав в ней изменяется плавно от состава, присущего сплаву ВТ6, до нелегированного титана. При этом прочность границы раздела на срез, по сравнению с исходным напылением, увеличивается почти в 10 раз и составляет почти 200 МПа, что исключает отслаивание покрытия от основы в процессе эксплуатации.

Головка в эндопротезе тазобедренного сустава работает на трение по вкладышу из сверхмолекулярного полиэтилена. Для обеспечения минимального коэффициента трения головку полируют. На основании триботехнических испытаний показано, что износ головок после механической обработки начинается сразу после начала испытаний и выражается в образовании на вкладыше черных кольцевых полосок, а на головках – широких глубоких борозд.

Эффективным методом снижения коэффициента трения в шаровой титановой паре трения является создание модифицированных поверхностных слоев в материале основы. Установлено, что низкотемпературное азотирование (550 – 600°С) приводит к упрочнению поверхностных слоев без изменения их микрогеометрии и с сохранением низкого коэффициента трения. Это позволяет полностью исключить износ головки после 100 000 оборотов.

Влияние скандия на уменьшение размеров структурных составляющих титановых сплавов

Соловьев А.С., Савостин Д.С., Виноградов Р.Е.
Научный руководитель — Грушин И.А.
МАИ, Москва
grushin.ivan7@yandex.ru

При создании титановых сплавов одним из способов одновременного повышения прочности и пластичности является уменьшение размеров структурных составляющих, что особенно важно и актуально для постоянно развивающейся современной промышленности. При изучении данных некоторых зарубежных и отечественных работ [1-3] было принято решение рассмотреть скандий в качестве потенциального легирующего элемента, приводящего к уменьшению размеров структурных составляющих.

В исследовании [1] было изучено влияние 0,3 и 0,5 масс % скандия на высокотемпературное упрочняющее поведение сплава Ti-6Al-4V. При добавлении скандия объемная доля равновесной α-фазы снижается, а микроструктура переходит из бимодальной в пластинчатую. Предел прочности снижается одновременно с увеличением температуры деформации и скорости деформации. Добавка скандия приводит к упрочнению сплава только в условиях деформации при относительно низких температурах и достаточно высоких скоростях деформации.

Влияние скандия в количестве 2-8 масс. % на структуру и фазовый состав при термообработке сплавов системы Ti-6Al-Sc было рассмотрено в работе [2]. Часть скандия в сплавах данной системы была заменена на алюминий, в связи с высокой себестоимостью скандия. Увеличение содержания скандия в сплаве уменьшает суммарную плотность. При литье сплавов с содержанием скандия до 8 масс. % образуется схожая с пластинчатой структура, основой которой является α-фаза. После закалки с 1000 °С сплавов с содержанием скандия от 2 до 8 масс. % образуется мартенсит, что говорит о том, что закалка проводилась из β-области. С ростом содержания скандия происходит увеличение (α+β)-области, так как в сплаве, содержащем 2 масс. % скандия, образование однофазного α-состояния происходит ниже температуры 990 °С, а для сплавов, содержащих 6 и 8 масс. % скандия, однофазное α-состояние образуется ниже температур 900-960 °С. Также понижение температуры закалки приводит к образованию в сплавах, содержащих 6 и 8 масс. %, двухфазной (αTi-αSc)-структуры.

При исследовании влияния добавок скандия на чистый титан [3] было выяснено, что даже небольшое количество скандия уменьшает размер зерен и приводит к повышению твердости. Также добавки скандия приводят к снижению температуры полиморфного превращения.

Влияние скандия на размеры структурных составляющих титановых сплавов с целью одновременного повышения прочности и пластичности на текущий момент изучено недостаточно. Но анализируя имеющиеся данные, можно предположить, что использование скандия для этих целей является перспективным.

Список литературы

1. Influence of Sc on high temperature strengthening behavior of Ti-6A1-4V alloy / Liu Hui-qun [et. al.] // Transactions of Nonferrous Metals Society of China. – 2007. – Vol. 17, № 6. – 1212-1219 p.
2. Скворцова С. В. Изменение фазового состава и стуктуры титана при добавлении скандия // III международная научная школа для молодежи «Материаловедение и металлофизика легких сплавов»: сборник научных трудов. (Екатеринбург, 8-12 дек. 2014г.). – Екатеринбург, 2014. – 184 с.
3. H.Q. Liu. The influence of Sc on α/β transformation of Ti / H.Q. Liu, D.Q. Yi, F. Zheng // Materials Science and Engineering: A. – 2008. – № 487. – 58–63 p.

Исследование влияния компонентов флюса на его технологические свойства

Степанов М.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пашков И.Н.
МАИ, Москва
Stepanov_222@mail.ru

Несмотря на широкое применение в мире пайки алюминия с использованием коррозионных и некоррозионных флюсов, остаются определенные проблемы с выбором флюса для обеспечения качественного соединения с плотной структурой с минимальным количеством пор и включений, что определяет, в конечном счете, механические свойства паяной конструкции. На сегодняшний день на рынке отсутствуют качественные отечественные аналоги зарубежных хлоридных флюсов для пайки алюминия.

Поэтому актуальной задачей является разработка составов флюсов для пайки алюминия и выбор наиболее оптимального не только с точки зрения состава, но и с точки зрения стоимостных характеристик и технологичности процесса изготовления. В конечном счете необходимо разработать технологию производства флюса для пайки алюминия с хорошими технологическими свойствами, обеспечивающего высокие свойства паяных соединений алюминия и его сплавов в интервале температур 540-630°С.

Относительно процесса растворения металла в расплавленных солях существует несколько точек зрения. В настоящее время преобладает точка зрения, согласно которой растворение металла в расплавленных солях происходит вследствие химического взаимодействия между металлом и расплавленными солями. Другой точкой зрения является протекание процессов электрохимической коррозии во время флюсовой пайки. Для того чтобы произошло растворение оксидной пленки, катодная кривая должна пересекать анодную кривую в зоне активного состояния или в зоне

деполяризации. Флюс должен уменьшать зону пассивного состояния металла на анодной поляризационной кривой, смещая зону депассивации.

Для создания флюсов использовались хлориды щелочных металлов (LiCl, NaCl, KCl), хлорид цинка (ZnCl2), фторид калия (KF) и тетрафтороалюминат калия (KAlF4). Компоненты флюса сплавляются для получения однородной массы. После плавки производится быстрое охлаждение расплава и его размол в мельнице.

В результате работы были получены составы флюсов, имеющие высокие технологические свойства. Эти флюсы позволяют обеспечить большую площадь и высокую равномерность растекания припоя. Были получены паяные образцы из сплава АД31, прочность паяного шва которых была выше прочности основного металла. Такая высокая прочность обусловлена низкой пористостью паяного шва. Проведена оценка влияния компонентов флюса на технологические свойства флюса. В результате было обнаружено, что наибольшее влияние на свойства флюса оказывает фторид калия (KF). По достижении определенного содержания он практически перестает влиять на свойства флюса.

Совершенствование технологии штамповки диска турбины из никелевого сплава на основе компьютерного моделирования

Точилин З.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Овчинников А.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
zahar11tochilin@mail.ru

Надежность работы высоконагруженных деталей турбореактивного двигателя – дисков турбины определяется совершенством технологии их производства. Одним из критических недостатков большинства технологий штамповки дисков является неравномерная деформированность по объему поковки. Она приводит к неравномерности структуры, вследствие чего наблюдается не соответствующая условиям эксплуатации [1] неравномерность механических свойств по сечению поковки, а также снижается ресурс поковки. Это особенно опасно в случае, когда в качестве заготовки используется слиток, что может грозить появлением в готовой поковке областей с недеформированной структурой.

В работе исследована промышленная технология штамповки диска, равномерная деформированность которого достигается большим количеством переходов: 5 осадок, 2 из которых с применением фасонного бойка, и 2 штамповки в окончательном ручье с промежуточным удалением облоя и центральной перемычки. В качестве инструмента исследования использовали отечественную CAE – систему моделирования процессов пластической деформации QForm.

Компьютерное моделирование действующей технологии штамповки показывает, что поэтапное формоизменение заготовки с использованием фасонного инструмента и большого количества переходов обеспечивает хорошую равномерность накопленной деформации в переделах контура чистовой детали. Разброс значений логарифмической деформации не превышает 1,2–1,9. Однако существенным недостатком действующей технологии является ее высокая трудоемкость, необходимость получения центрального отверстия после первой штамповки механической обработкой, а также неизбежное применение на этапе второй штамповки мощного и дорогого в обслуживании гидравлического пресса усилием 300 МН.

Анализ этапов заполнения ручья и сопоставление их со спецификой формы чистовой детали позволяют предположить, что при использовании заготовки в форме кольца вместо осаженной шайбы возможно снижение усилия деформации на этапе штамповки за счет уменьшения площади контакта заготовки и инструмента. Такое уменьшение обеспечивает уже имеющееся отверстие в кольце на месте отверстия в чистовой детали. Кольцевую заготовку предполагается получать по традиционной технологии: осадка, прошивка, раскатка на кольцераскатном стане.

Компьютерное моделирование предлагаемой технологии с применением кольцевой заготовки показывает, что оптимизация формы и размеров заготовки обеспечивают возможность штамповки поковки на прессе мощностью 100 МН.

При этом количество этапов формоизменения уменьшается с 8 до 4, а число нагревов и подогревов – с 7 до 4. Следует отметить, что производительность кольцераскатных станов чрезвычайно высокая по сравнению с традиционными операциями ковки. По данным источника [2], время получения кольцевой заготовки диаметром 500–750 мм составляет всего 45–65 секунд. Кроме того, уменьшение числа подогревов и высокая равномерность структуры в кольцевой заготовке создают предпосылки для повышения качества штампованных из нее поковок.

Список литературы
1. Логунов А.В. Жаропрочные никелевые сплавы для лопаток и дисков газовых турбин / Рыбинск: ООО «Издательский дом «Газотурбинные технологии», 2017. – 854 с
2. Пархомчик П.А., Рудый В.В., Антонюк В.Е. Особенности кольцераскатки в условиях мелкосерийного производства профильных колец. Литье и металлургия, №3(71), 2013, Беларусь.

Измерение контактной разности потенциалов авиационных металлических деталей

Федоров А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Олешко В.С.
МАИ, Москва
aleksandr.fyodorov.97@gmail.com

На поверхности металла имеются электроны проводимости, находящиеся в постоянном беспорядочном движении, которые практически не выходят с поверхности металла в вакуум при комнатной температуре, что объясняется увеличением потенциальной энергии электрона при удалении его от поверхности металла. Некоторые электроны постоянно покидают поверхность металла, а затем снова возвращаются, поскольку их потенциальной энергии недостаточно для преодоления некоего потенциального барьера. В результате металл оказывается окруженным электронным облаком, в котором действуют силы, направленные внутрь металла. И чтобы электрон вышел с поверхности металла в вакуум, необходимо совершить работу против этих сил, называемую работой выхода электрона (РВЭ). Единицами измерения РВЭ являются джоуль или электронвольт.

Теория контактной разности потенциалов (КРП) непосредственно связана с зонной теорией твердого тела. Если рассмотреть контакт двух металлов с разной работой выхода, можно заметить, что при контакте электроны с более высоких уровней первого металла (с меньшей РВЭ) будут занимать более низкие уровни второго (с большей РВЭ), следовательно, первый металл зарядится положительно, а второй отрицательно. Одновременно происходит смещение энергетических уровней, поскольку уровни Ферми металлов совпадают, а работы выхода остались неизменными, потенциальная энергия в точках вне этих металлов будет различной. В результате между этими двумя точками устанавливается разность потенциалов. Разность потенциалов, обусловленная различием работ выхода электронов контактирующих металлов, называется внешней КРП. Измерение КРП необходимо для оценки энергетического состояния поверхности металла. Единицей измерения КРП является вольт.

Основную часть конструкции прибора измерения КРП составляет электронная схема, которая позволяет контактирующему с металлической деталью измерительному электроду датчика прибора работать в высокочастотном автоколебательном режиме. В качестве материала измерительного электрода датчика нами использован никель.

Разработанный нами способ измерения КРП имеет особенности:

• Контактная разность потенциалов измеряется цифровым осциллографом, регистрирующим напряжение и частоту периодически изменяющейся КРП между контролируемой деталью и измерительным электродом датчика прибора;
• Экранирование элементов датчика и проводов;
• Усиление регистрируемой КРП и фильтрация паразитных сигналов;
• Подготовка поверхностей детали и датчика к измерению КРП.

Разработанный способ измерения КРП может применяться в неразрушающем контроле металлических деталей авиационной техники.

Структура и износостойкость электровзрывного покрытия системы CuO-Ag, полученного на медном контакте силового агрегата авиационной техники

Филяков А.Д.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Романов Д.А.
СибГИУ, Новокузнецк
filyakov.1999@mail.ru

Безлопастная работа энергосистемы и экономия материальных ресурсов во многом определяется надежностью электрических контактов [1]. Электрический ток может иногда достигать очень высоких значений, которые могут повредить или, что еще хуже, разрушить контактные материалы. Электрические контакты часто подвергаются широкому разнообразию напряжений, таких как коррозия, износ и истирание, что приводит к снижению производительности и сокращению срока

службы компонентов. В частных случаях может возникать дуговая эрозия. Дуга – это газообразный разряд, в который входят электроны, пары металлов и ионы. Он характеризуется высокой температурой и высокой плотностью тока в столбе дуги. Из-за высокой температуры и массового расхода поверхность контактного материала подвергается сильному воздействию эрозии, что приводит к неустойчивому контактному сопротивлению и потере материала. Из-за некачественных контактов происходит их нагрев, возрастают потери электроэнергии и возникают аварийные ситуации, представляющие особую опасность в авиации. Перспективными методами для изготовления контактов являются композиционные материалы [2].

Поскольку в большинстве случаев процесс разрушения начинается с поверхностного слоя материала, для практических применений более целесообразно производить формирование защитных покрытий. Экономия при таком подходе может достигать 90% [2].

Целью работы является исследование структуры, морфологии фаз электровзрывного покрытия системы CuO-Ag по средствам сканирующей электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, а также проведение испытаний на износостойкость.

На контактных поверхностях электровзрывным методом было сформировано покрытие системы CuO-Ag. В качестве взрываемого токопроводящего материала использовалась серебряная фольга с помещенной на нее навеской порошка CuO. При помощи установки СОЛО производили последующую электронно-пучковую обработку полученного покрытия.

Впервые получены электроэрозионностойкие покрытия системы CuO-Ag методом электровзрывного напыления и последующей электронно-пучковой обработки. Путем сопоставления изображений атомно-силовой микроскопии поверхности слоев электровзрывных покрытий системы CuO-Ag установлены типичные размеры первого и второго иерархических уровней структуры. Сформированные покрытия являются однородным по структуре композиционным материалом, состоящим из серебряной матрицы и расположенных в ней включений Cu2O, Cu64O и Cu. Покрытия системы CuO-Ag имеют износостойкость более чем в 3 раза выше износостойкости меди, что обуславливается фазовым составом и структурой.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-00013).

Список литературы

1. Дзекцер Н.Н., Морозов Ю.К., Стройман И.М. Повышение надежности электрических контактов // Видеонаука. 2017. №2. 8 с.

2. Романов Д.А. Закономерности формирования структуры и свойств электровзрывных покрытий на металлах и сплавах: дис. ... Д-ра тех. наук: 01.04.07. – Новокузнецк. – 2018, – 336 с.

Разработка фиксатора костного лоскута при краниопластике

Фисенкова Д.В., Шаталин А.А., Смирнова Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ягудин Т.Г.
МАИ, Москва
fisenok97@gmail.com

Костно-пластическая трепанация, или краниотомия, является необходимой процедурой для операций на головном мозге. Она состоит из формирования отверстия в костях, через которое открывается доступ к головному мозгу, сосудам, оболочкам.

Показания к костно-пластической трепанации разнообразны: это пороки развития мозга и черепа, опухоли, гематомы, сосудистая аневризма, абсцесс паразитарного характера.

Вырезанный черепной лоскут после операции необходимо закрепить в черепной коробке или заменить аллотрансплантатом (пластины из металла, пластика и пр.). Обычно закрепление происходит посредством нити или проволоки через отверстия вдоль линии резекции. Такой метод подвержен риску миграции черепной кости или трансплантата в послеоперационный период, т.к. под действием динамики внутричерепного давления происходит необратимая деформация и износ закрепляющих элементов.

Министерство здравоохранения приводит неутешительную статистику; необходимость таких операций исчисляется десятками тысяч в год. По этой причине разработка альтернативных методов фиксации черепных костей при краниопластике является важной и актуальной задачей современной медицины.

Первым этапом разработки фиксатора является формулировка технического задания и условий работы конструкции и ее эскиз.

При костно-пластической трепанации стандартный размер отверстия – 60 мм в нижнем основании, резецируемый под углом 45°. Средняя толщина черепной кости составляет 6 мм. При описанных выше патологиях внутричерепное давление может изменяться в пределах 6,5 – 30 мм.рт.ст. Верхняя граница является критической, по этой причине для снижения внутричерепного давления конструкция должна обеспечивать возможность перемещения костного лоскута в отверстии на 3-4 мм. Выбор перемещения обусловлен необходимостью снижения давления без риска миграции лоскута.

Предложена конструкция, представляющая собой пластину размерами 112x7x0,5 мм, изогнутая «Z»-образно, с вырезанной посередине «лапкой», которая и обеспечивает необходимые перемещения. В качестве материала конструкции выбран сплав Ti-56%Ni (нитинол), т.к. это биоинертный, сверхупругий материал, подобный по своим механическим свойствам натуральной кости.

Проведенные математические расчеты подтвердили работоспособность конструкции. Однако накладываются некоторые функциональные ограничения, такие как невозможность универсального использования в связи с неоднородностью толщин черепных костей. Полученные предварительные результаты позволяют обоснованно подходить к реализации фиксаторов костного лоскута при краниопластике.

Исследование слоев окалины и основного материала трубы пароперегревателя из стали 12Х1МФ методом сканирующей зондовой микроскопии

Чаплыгин К.К., Ковыдин С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воронин С.В.
Самарский университет, Самара
chapkostya96@mail.ru

Для определения остаточного ресурса труб пароперегревателей котлов высокого давления рационально использовать методы конечно-элементного моделирования. Для создания адекватной конечно-элементной модели необходимо учитывать изменяющиеся в процессе эксплуатации геометрию трубы, окалинообразование и микроструктуру материала. Учитывая все вышеперечисленные факторы, возможно оценивать их влияние на напряженно-деформированное состояние трубы пароперегревателя, а следовательно, максимально точно определять потенциально опасные места разрушений. Для оценки влияния изменения геометрии трубы на напряженно-деформированное состояние необходимо произвести замеры толщины стенок на различных участках поперечного среза и полученные значения задать в конечно-элементную модель. Как правило, в процессе эксплуатации происходит утонение стенок труб. При металлографическом анализе микроструктуры образца трубной заготовки из стали 12Х1МФ на поверхности трубы обнаруживаются слои окалины, толщину которых возможно замерить. Однако в конечно-элементную модель помимо геометрических характеристик необходимо задавать и механические свойства данных слоев. Поэтому целью данной работы является определение модуля упругости слоев окалины в трубах пароперегревателей из стали 12Х1МФ, применяемых в котлах высокого давления.

Слой окалины на углеродистой стали имеет сложное строение, зависящее от температуры, длительности коррозии и состава газовой среды. При окислении на воздухе снаружи находится слой гематита (окиси железа) Fe_2O_3, окисла с наибольшим содержанием кислорода. За ним следует слой магнетита – закиси-окиси железа Fe_3O_4. Закись-окись имеет кристаллическую решетку типа шпинели. К металлу прилегает слой вюстита (закиси железа) FeO окисла с наименьшим содержанием кислорода. При переходе от одного слоя к другому содержание кислорода изменяется скачкообразно. Описанные слои достаточно тонкие и тяжело отличимые от основного металла трубы, что затрудняет их исследование по отдельности. Для исследования вышеописанных слоев применялись методы силовой зондовой микроскопии, реализованные на приборе «НаноСкан-3D», т.к. размер индентора и площадь поверхности, исследуемой при помощи данного прибора, позволяют измерять структуры настолько малого размера.

Поскольку слой окалины имеет неоднородное строение, т.е. состоит из внутреннего, более плотного слоя вюстита и пористого слоя магнетита, производился замер модуля упругости обеих структурных составляющих. Измерения модуля упругости производились путем снятия кривых подвода индентора к поверхности образца. В качестве индентора применялась усеченная алмазная пирамида Берковича. В каждую область производилось от 15 до 20 подводов. В общей сложности был измерен модуль упругости фаз стали 12Х1МФ, модуль упругости внутреннего и внешнего слоев окалины. Данные исследования проводились при комнатной температуре 20ºС.

Модуль упругости основного материала трубы после обработки данных и усреднения значений составил 198 ГПа. Модуль упругости внутреннего слоя окалины составил 140 ГПа. Прочность наружного пористого слоя достаточно мала, и при попытке снятия кривой подвода индентор либо попадал в микропору, либо продавливал слой окалины даже при малых частотах подвода. На основании вышесказанного было принято решение не использовать в конечно-элементном расчете свойства пористого слоя.

Полученные в ходе измерений данные далее применялись при моделировании напряженно-деформированного состояния труб пароперегревателей из стали 12Х1МФ котла высокого давления с учетом изменения геометрии и окалинообразования в процессе эксплуатации.

Анализ применения титановых сплавов в конструкциях воздушных судов

Черненок Д.В., Макаров Ф.В., Попов С.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гвоздева О.Н.
МАИ, Москва
Aryiia@mail.ru

Благодаря сочетанию низкой плотности, высокой удельной прочности с достаточной технологической пластичностью и отличной коррозионной стойкостью титановые сплавы являются перспективными материалами во многих отраслях современной промышленности. Однако лидером по применению титановых сплавов остается авиационно-космическая промышленность. Современная авиация насчитывает более 1000 моделей воздушных судов, которые отличаются формой, размерами, весом и назначением. Таким образом, при разработке самолетов необходимо не только грамотно спроектировать его составные части и обеспечить надежное их «взаимодействие», но и правильно выбрать материал для их изготовления, который будет обеспечивать необходимый уровень физических, механических и химических свойств.

Поэтому цель настоящей работы состояла в установлении закономерностей формирования определенного типа структуры в полуфабрикатах из титановых сплавов для обеспечения уровня свойств, удовлетворяющих требованиям изготавливаемых из них изделий.

В конструкции самолета можно выделить несколько основных составных частей, каждой из которых присущи свои особенные свойства. Так, несущий каркас с обшивкой должен быть трещиностойким, детали крепления должны иметь повышенную эксплуатационную прочность, а лопатки двигателей должны обладать хорошей эксплуатационной пластичностью и жаропрочностью. Кроме того, все полуфабрикаты для их изготовления должны быть технологичными при деформации.

Анализ рабочих температур и комплекса механических свойств показал, что наиболее перспективным для обшивки является псевдо-α-сплав ОТ4-1, а для лопаток газотурбинного двигателя – ВТ18У того же класса, для силового набора и стоек шасси – сплав ВТ23 (α+β)-класса; детали крепления хорошо изготавливать из прутков ВТ35 псевдо-β-сплава.

На основании проведенных металлографических исследований показано, что все изучаемые полуфабрикаты в деформированном состоянии имеют классический и для их класса фазовый состав и структуру. Так, структура листа из сплава ОТ4-1 представлена α-пластинами и небольшим количеством β-фазы. Пруток ВТ18У имеет бимодальную структуру, представленную глобулярными частицами первичной α-фазы и расположенной между ними двухфазной (α+β)-смесью со вторичными α-пластинами. Структура плиты ВТ23 представлена первичными и вторичными α-пластинами на β-матрице. Прутки из сплава ВТ35, за счет эффекта самозакаливания, имеют однофазную структуру, представленную β-зернами.

Однако установлено, что сформированная после деформации структура хоть и удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации, но не обеспечивает заданный уровень механических свойств. Поэтому все полуфабрикаты были подвергнуты термической обработке по промышленным режимам: ОТ4-1 и ВТ18У – отжигу, ВТ23 и ВТ35 – упрочняющей термической обработке.

Установлено, что проведение термической обработки позволяет преобразовать деформированную структуру и обеспечить требуемый комплекс механических и эксплуатационных свойств. Так, сплав ОТ4-1 сочетает хорошую прочность с высокой пластичностью. А сплав ВТ35, наоборот, высокую прочность и достаточную технологическую пластичность. Сплавы ВТ18У и ВТ23 занимают промежуточное положение, сочетая высокую прочность и пластичность. Кроме того, сплав ВТ18У обладает хорошей жаропрочностью и жаростойкостью.

Влияние степени пластической деформации на формирование структуры и свойств при ротационном обжатии

Чечуга А.О.
Научный руководитель — к.т.н. Маркова Е.В.
ТулГУ, Тула
o.tchchuga@yandex.ru

Процесс деформирования сплавов путем ротационного обжатия с успехом заменяет токарную обработку. Заготовки, которые подлежат обработке, имеют однородную структуру и механические свойства.

Определяющее влияние на упрочнение стали в процессе деформирования ротационным обжатием оказывает температура предварительного отпуска. Исследования, проведенные на стали 30ХН2МФА после закалки от 880 °С в воде и деформационного отпуска при 400-500 °С, показали, что при ротационной вытяжке стали со степенями обжатия 20-50 % требуемый уровень прочностных характеристик реализуется только при температурах предварительного отпуска ниже 500 °С. При повышении температуры отпуска до 600 °С, либо использовании в качестве предварительной обработки нормализации, предел прочности стали 30ХН2МФА даже при степени деформации ~ 50% не превышает 950-1000 МПа. Определяющее влияние на упрочнение стали в процессе холодной прокатки оказывает степень холодной деформации. Использование додеформационного отпуска при 400 °С после высокотемпературной закалки при 1000 °С приводит к падению прочностных характеристик и ударной вязкости сталей 30ХН2МФА и 40Х при степенях деформации ~5%.

Снижение прочности σв можно объяснить двояко: либо ускорением распада мартенсита, либо попаданием при прокатке в область критических деформаций, когда происходит интенсивная перестройка дислокационной структуры. При понижении температуры послезакалочного отпуска до 200 °С подобного снижения механических свойств в области малых деформаций не наблюдали.

При холодной прокатке для обеих исследуемых сталей стабильно высокое значение предела прочности (σв>1500 МПа) достигается при степенях деформации ~15%, практически после всех исследованных температурных вариантов предварительной термической обработки. Однако при близких значениях прочностных характеристик пластические свойства и ударная вязкость стали 30ХН2МФА выше, чем для стали 40Х.

Как показали результаты рентгеноструктурного и электронномикроскопического анализов, в ходе деформации в сталях протекают процессы деформационного старения, которые оказывают значительное влияние на стабильность структуры и, соответственно, на гарантию механических свойств при хранении и эксплуатации деталей.

При больших степенях деформаций (40-50 %) наблюдали образование мелкодисперсных карбидных выделений, что приводит к уменьшению концентрации углерода в пересыщенном твердом растворе и снижению уровня внутренних искажений.

С целью оптимизации режимов обработки стали 30ХН2МФА была составлена математическая модель процесса упрочнения, которая показала, что определяющее влияние на изменение прочностных свойств сталей оказывает режим как пред-, так и последеформационной обработки. Воздействие степени холодной пластической деформации менее эффективно, что хорошо согласуется с данными проведенного дисперсионного анализа экспериментальных значений σв- характеристики при различных режимах механо-термической обработки.

Влияние режимов термической обработки на структуру и механические свойства интерметаллидных титановых орто-сплавов

Шарапкин Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ночовная Н.А.
ФГУП "ВИАМ", Москва
dima.shar.10@mail.ru

Цель данной работы заключалась в выборе и отработке режимов термической обработки и исследовании ее влияния на структуру, фазовый состав и механические свойства крупногабаритной дисковой заготовки из сплава ВТИ-4. Образцы для исследования вырезались из дисковой заготовки в исходном состоянии после деформационной обработки (включавшей в себя операции многостадийной всесторонней ковки и осадки) и после выбранных режимов термической обработки (ТО). Исследование микроструктуры проводили с применением оптической (ОМ) и растровой электронной микроскопии (РЭМ.) Микроструктура исходных образцов характеризуется наличием

частиц O- и α2-фазы в матрице первичных зерен β-фазы. Частично превращенная в результате длительного охлаждения дисковой заготовки с печкой α2-фаза в виде глобулярных частиц (иногда квадратной формы) распределяется как по границам зерен, так и в теле зерна; частицы O-фазы представлены в виде мелкопластинчатых (игольчатых) выделений. Первичные β-зерна имеют форму, близкую к равноосной.

Для обеспечения комплекса механических свойств дисковой заготовки из сплава ВТИ-4 выбрали несколько режимов термической обработки, отличающихся по температуре нагрева, времени выдержки и скорости охлаждения. По результатам проведенных исследований влияния термической обработки на структуру и фазовый состав установлено, что после выбранных режимов ТО наблюдается полное превращение глобулярных частиц α2-фазы. При этом в теле β-зерен, в зависимости от режима термической обработки, пластинчатые частицы O-фазы либо частично выросли при проведении термической обработки (режим ТО1: нагрев до температуры 900-920 °С в трехфазной (α2+β/B2+O)-области, выдержка, охлаждение на воздухе, затем нагрев до температуры 800-820 °С в двухфазной (β/B2+O)-области, выдержка, охлаждение на воздухе), либо растворились (режим ТО2: нагрев до температуры 960-980 °С в трехфазной (O+ β/B2+α2)-области, выдержка, охлаждение на воздухе, затем нагрев до температуры 800-820 °С в двухфазной (β/B2+O)-области, выдержка, охлаждение на воздухе). При сравнении двух режимов (ТО1 и ТО2) отмечено, что повышение температуры нагрева первой ступени в результате проведения двухступенчатой термической обработки приводит к появлению вторичных мелкодисперсных пластин O-фазы.

Исследование влияние термической обработки на механические свойства проводили при помощи комплекса для автоматизированного измерения твердости (методом Роквелла). Твердость исходного образца (после деформационной обработки) составляла 31 HRC. Проведение термической обработки по режиму ТО1 незначительно повышает твердость до 32 HRC. При этом наибольшее значение твердости 40,30 HRC наблюдалось у образца после проведения термической обработки по режиму ТО2, что объясняется изменением структуры и фазового состава.

Исследование пайки алюминиевой шины и термоэлектрического модуля с нанесенным алюминиевым покрытием с помощью цинкового припоя

Шаргаев Е.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пашков И.Н.
МАИ, Москва
eshargaev@gmail.com

В настоящее время актуальной является задача увеличения рабочих температур термоэлектрических преобразователей, нашедших широкое применение в микропроцессорной электронике, радиоэлектронике, электроэнергетике и холодильной технике, а также повышения надежности их работы. Дальнейшее расширение областей применения термоэлектрических преобразователей связано с увеличением термоэлектрической эффективности полупроводниковых материалов.

Повышение рабочих температур связано с температурой пайки термоэлектрических модулей. В настоящее время элементы термоэлектрического модуля с нанесенным на поверхность газодинамическим методом покрытия из алюминия паяются припоями Sn – Sb (Тпл. = 230°С) и Au – Sn (Тпл. = 280°С).

Результаты данного исследования позволяют заменить припой на основе золота – 80Sn/20Au, цинковым припоем – Zn – 4 % Al, а также повысить температуру работы элементов Пельтье.

Для исследования были получены образцы термоэлектрического элемента состава Bi – Sb – Te, с нанесенным антидиффузионным барьерным покрытием из никеля и олова и иммерсионным золотым покрытием [1]. Поверх иммерсионного золотого покрытия газодинамическим методом наносилось покрытие алюминия толщиной 30 – 40 мкм.

Припой в виде фольги толщиной 200 мкм прокладывался между термоэлектрическим элементом и алюминиевой шиной. В качестве материала припоя использовался припой Zn – 4 % Al.

Пайка осуществлялась в вакуумной печи в атмосфере аргона при нагреве от 440°С до 500°С.

Исследования микроструктур проводились на электронном микроскопе. Изучение химического состава и распределения химических элементов в образцах после пайки проводилось микрорентгеноспектральным анализом.

Определено, что соединение с помощью бесфлюсовой пайки припоем Zn – 4 % Al возможно в интервале температур 440 – 480°С, с приложением давления, которое разрушает оксидные пленки и позволяет достичь плотные равномерные швы.

Отсутствие Al покрытия приводит к растворению припоем оловянно-никелевого подслоя и разрушению полупроводникового материала во всем диапазоне температур. Таким образом, наличие защитного алюминиевого покрытия толщиной 60 – 100 мкм обязательно.

Повышение температуры пайки свыше 480°С приводит к размыванию барьерного покрытия, проникновению цинка в полупроводник и разрушению промежуточного слоя, а также к уменьшению слоя припоя в паяном шве и выдавливанию его на периферию образца, поэтому температура пайки не должна превышать 480°С.

Увеличение нагрузки на образец до 4 кг в процессе пайки приводит к уменьшению слоя припоя в шве. При этом структура и толщина никелево-оловянного покрытия остается неизменной и разрушения основного материала не происходит.

Изменение микротвердости силумина в условиях внешних энергетических воздействий

Шляров В.В., Рубанникова Ю.А., Бутакова К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Загуляев Д.В.
СибГИУ, Новокузнецк
shlyarovvitaliy@yandex.ru

Алюминевые сплавы нашли широкое применение в авиастроении, судостроении и машиностроении благодаря своему малому удельному весу и относительно высокой прочности. Работы по изменению основных характеристик алюминиевых сплавов ведутся в различных направления, в основном на увеличение прочности и сохранение достаточной пластичности. В качестве примера можно рассмотреть использование холодной пластической деформации перед искусственным старением для упрочения сплава системы Al–Cu–Mg [1]; получение высокопрочных и пластичных сплавов системы Al–Si–Cu методами литья под высоким давлением [2].

В рамках проведения фундаментальных исследований в работе был использован доэвтектический сплав алюминия с кремнием, а именно АК10М2Н, который находит обширное применение в области автомобилестроения при производстве поршней двигателей.

В работе использовались образцы в форме параллелепипеда, площадь поверхности облучения составляла 4 см^2. Перед проведением испытаний образцы проходили тщательную пробоподготовку, которая заключалась в шлифовании, полировании и травлении, для выявления структурных составляющих, силумина. Для создания постоянного магнитного поля использовали электромагнит. Магнитную обработку производили по следующим параметрам: индукция магнитного поля 0,3 Тл, время выдержки в поле 1 час. Модифицирование поверхности электронным пучком производили с помощью установки «СОЛО», параметры электронно–пучковой обработки были следующие: энергия ускоренных электронов 17 кэВ, длительность импульса пучка электронов 150 мкс, количество импульсов 3, частота следования импульсов 0,3 с^(-1), давление остаточного газа (аргон) в рабочей камере установки 2*10^(-2) Па, плотность энергии пучка электронов составляла 35 Дж/см^2.

В качестве оцениваемого параметра, по которому возможно сделать некое суждение о прочностных характеристиках силумина АК10М2Н, выступает микротвердость. Измерение микротвердости проводили по методу Виккерса, нагрузка на индентор составляла 50 мН (микротвердомер HVS – 1000). Время приложения и удержания нагрузки составляло 10 с, снятия испытательной нагрузки – 5 с. Измерения проводили по телу зерна и эвтектики, исключая попадания индентора на границу фаз.

Исходные значения микротвердости структурных составляющих силумина до обработки были равны: 90,2 HV для твердого раствора на основе алюминия, 104,3 HV для эвтектики. Измерения микротвердости производились сразу после магнитной обработки и через определенные интервалы времени, в данной работе они составляли 1 ч, 2 ч, 3 ч после магнитного воздействия. Количественно эффект влияния магнитного поля характеризовался относительным снижением микротвердости силумина на 10,77% для твердого раствора и на 4,43% для эвтектики. Стоит отметить, что эффект магнитного влияния нивелируется за время порядка 3 часов, микротвердость восстанавливается до исходного значения.

Также сплав АК10М2Н подвергался электронно–пучковой обработке (ЭПО), после чего измеряли значения микротвердости модифицированного слоя. Было установлено, что облучение поверхности материала приводит к формированию гомогенизированного слоя, микротвердость которого многократно превосходит значение этого параметра в литом состоянии. Количественно эффект от ЭПО характеризовался увеличением микротвердости поверхностных слоев в 2,5 раза и был равен 208,8 HV.

Направлением дальнейших исследований является анализ тонкой структуры материала после внешних энергетических воздействий. Построение физической модели влияния магнитных полей на структуру и прочностные свойства цветных сплавов.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания № 3.1283.2017/4.6.

Список литературы

1. Lan Jian, Xuejun Shen, Juan Liu, Lin Hua Strengthening mechanisms of 2A14 aluminum alloy with cold deformation prior to artificial aging // Materials Science and Engineering: A. 2019. Vol. 745. PP. 517-535.

2. Xixi Dong, Hailin Yang, Xiangzhen Zhu, Shouxun Ji High strength and ductility aluminium alloy processed by high pressure die casting // Journal of Alloys and Compounds. 2019. Vol. 773. PP. 86-96.

Влияние химического состава и режимов отжига на механические свойства прутков сплава ВТ22

Шмырова А.В., Соседова О.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Егорова Ю.Б.
МАИ, Ступино
nika19.75@mail.ru

Цель исследования состояла в статистической оценке механических свойств прутков титанового сплава ВТ22 в зависимости от колебаний марочного состава и режимов термической обработки. Объектами исследования являлись 24 слитка и прутки, изготовленные по промышленной технологии в 2009 – 2011 гг. Кованые прутки сечением 14х14 мм подвергали изотермическому отжигу при температурах 700-8000С в течение 1 ч, далее охлаждение в печи до 4000С со скоростью 2-4 град/мин, окончательное охлаждение на воздухе.

Статистические исследования, проведенные с помощью пакета прикладных программ «Stadia 7», включали первичную статистическую обработку и корреляционно-регрессионный анализ по стандартным методикам. Определяли следующие статистические показатели: диапазон, величину размаха, выборочное среднее, дисперсию, стандартное отклонение, коэффициент вариации, коэффициент корреляции; проводили проверку нормальности распределения, значимости коэффициента корреляции, адекватности регрессионных моделей с доверительной вероятностью 0,95. Для статистических исследований были выбраны следующие факторы: содержание легирующих элементов и примесей, температура полиморфного превращения, суммарное содержание легирующих элементов и примесей, эквивалентное структурным эквивалентам по алюминию и молибдену, механические свойства (предел прочности, относительное удлинение, поперечное сужение, ударная вязкость), температура первой ступени изотермического отжига.

Результаты исследований показали, что разброс механических свойств прутков сплава ВТ22 может быть связан с колебаниями марочного состава и режимов термической обработки. На основе статистического анализа были установлены регрессионные зависимости для оценки средних значений механических свойств прутков из сплава ВТ22 от химического состава, выраженного через эквиваленты по алюминию и молибдену, и от температуры первой ступени изотермического отжига. Коэффициенты корреляции равны 0,84-0,96, статистические ошибки оценки средних значений механических свойств составляют 35 для МПа σв, 2,2% для δ, 6,5% для ψ, 0,046 МДж/м2 для KCU. Коэффициенты регрессии, характеризующие влияние исследованных факторов, показывают, что повышение температуры отжига на 100С приводит к снижению предела прочности в среднем на ~12 МПА, повышению относительного удлинения на 0,5%, поперечного сужения на 0,3%, ударной вязкости на 0,12 МДж/м2. Повышение суммарного содержания α- и β-стабилизаторов на 1,0% сопровождается повышением предела прочности на 50 и 35 МПа соответственно, снижением относительного удлинения на 0,83-0,85%, поперечного сужения на 8,4 и 5,3%, ударной вязкости на 0,006 и 0,04 МДж/м2. Сопоставление фактических и расчетных значений механических свойств прутков сплава ВТ22 показало их хорошее соответствие.

Взаимодействие элементов при спекании сплавов системы Fe-Cr-C в зависимости от способа введения легирующих добавок

Яровицкая А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонова И.В.
ТулГУ, Тула
alina-engineer@mail.ru

В последнее время широкое распространение за рубежом получила технология порошкового инжекционного литья (PIM) [1].

Одним из элементов данной технологии при изготовлении деталей конструкционного назначения из малолегированных конструкционных сталей является приготовление смеси на основе мелкодисперсного железного порошка (карбонильного железа) и мелкодисперсных порошков бинарных сплавов системы FeCr для легирования хромом. Однако в России в традиционной порошковой металлургии данная технология практически не применяется, а используется обычный метод поликомпонентного смешивания, когда порошок железа смешивается с порошками легирующих элементов в виде чистых компонентов.

Одним из основных условий получения качественных изделий является обеспечение равномерности распределения легирующих элементов в объеме спеченного материала. Вместе с тем при применении порошковых технологий, связанных с использованием высокодисперсных порошков, склонных к окислению, возникает проблема обеспечения достаточно низкого содержания остаточного кислорода, способствующего охрупчиванию материала.

Целью настоящей работы являлось определение оптимального способа введения легирующих добавок при изготовлении спеченных хромистых сталей.

В качестве исходных материалов использовали смеси железного порошка (ПЖРВУ ГОСТ 9849-86, ТУ 14-1-5365-98) с дисперсными порошками высокоуглеродистого и низкоуглеродистого феррохрома (FeCr70C70LS и ФХ025А ГОСТ 4757-91), порошка хрома (Х99Н1 ГОСТ 5905-2004), графита (ГОСТ 8295-73).

Для исследования спеченных образцов использовали следующие методики: металлографический анализ с помощью оптического микроскопа «Observer.D1m» фирмы Zeiss; метод гидростатического взвешивания для определения плотности и пористости материалов; метод эталонной сетки и использование программы Axiovision для определения пористости; измерение твердости методом Бринелля с помощью твердомера ТШ-2М.

По данным металлографического анализа микроструктуры спеченных образцов, содержащих Cr и C, они соответствуют диаграмме состояния Fe-Cr-C [2].

При спекании в вакууме в модельных сплавах, содержащих углерод, происходит взаимодействие углерода с кислородом, то есть рафинирование до сотых и тысячных долей процента. Применение дробленых углеродсодержащих ферросплавов обеспечивает результаты не хуже, чем при использовании распыленных бинарных лигатур импортного производства.

Таким образом, в целом по работе можно сделать следующие выводы.

1. При всех вариантах введения легирующих добавок (Cr, C) плотность спеченных сплавов (вакуум, 1250 °C, 2 ч) находится в пределах 6,5-6,9 г/см3, пористость 10-10,7 %.

2. Введение хрома в виде чистого хромового порошка и низкоуглеродистого феррохрома обеспечивает при использованных технологических параметрах спекания (вакуум, 1250 °C, 2 ч) равномерное распределение хрома в структуре сплава. Однако содержание остаточного кислорода при этих вариантах оказывается чрезмерно высоким (0,43-0,54 %).

3. При введении в порошковые смеси в качестве легирующей добавки углеродистого феррохрома при спекании по указанному режиму наблюдается неоднородность распределения хрома и углерода в структуре сплава. В то же время использование данного варианта обеспечивает снижение остаточного кислорода до 0,064 %. Увеличение времени спекания до 8 ч способствует значительному улучшению однородности распределения и дополнительному уменьшению содержания остаточного кислорода.

4. Введение в смесь наряду с высокоуглеродистым феррохромом графита обеспечивает примерно такое же содержание остаточного кислорода, как и в случае высокоуглеродистого феррохрома при несколько более низкой плотности спеченного материала. В то же время получение однородной смеси с графитом затруднительно из-за сильного различия в плотностях смешиваемых компонентов.

5. Проведенные исследования позволяют рекомендовать для изготовления порошковых хромистых сталей введение хрома и углерода в виде мелкодисперсного высокоуглеродистого феррохрома. Использование FeCrC значительно упрощает технологию его добавления в смесь и

существенно снижает себестоимость изделий. Для получения достаточной однородности структуры сплава и минимального содержания остаточного кислорода при спекании в вакууме необходимо оптимизировать температурно-временные параметры спекания.

Список литературы

1. Randall M. German. Injection Molding of Metals and Ceramics. // Metal Powder Industries Federation, 1997. 413 с.

2. Химушин Ф. Ф. Нержавеющие стали. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1967. – 800 с.

Моделирование влияния жесткости лопатки компрессора на точность обработки при высокоскоростном фрезеровании

Son Jinwoo
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бойцов А.Г.
МАИ, Москва
entropy.jin@gmail.com

Для формообразования пера лопаток компрессоров авиационных двигателей, изготавливаемых из титановых сплавов, широко используются технологии фрезерования, в том числе высокоскоростного, которое позволяет увеличить производительность и точность, уменьшить шероховатость обработанной поверхности.

Лопатки компрессора являются маложесткими деталями, что определяет необходимость их многоэтапной обработки, причем жесткость лопаток переменна как по ее длине, так и в сечениях (спинка, корыто, входная и выходная кромки). В процессе фрезерования постоянно изменяются силы резания, что приводит к возникновению вибраций, деформаций и прогибов. По этой причине для обеспечения точности формообразования целесообразно программное изменение режимов обработки (в первую очередь величины подачи).

Для реализации программного изменения режимов необходимы сведения о распределении жесткости лопатки по поверхности пера. Для решения этой задачи разработана модель, позволяющая рассчитать распределение жесткости. Расчет выполнялся по твердотельной модели лопатки методом конечных элементов. Для оценки адекватности разработанной модели были выполнены измерения жесткости лопатки в нескольких сечениях приложением статической нагрузки и фиксацией вызванных этим деформаций. При этом базирование и закрепление лопатки соответствовало схеме, используемой при реальной обработке (базирование по хвостовику и центровочному отверстию в технологической бобышке). В выбранных точках динамометром создавалась постоянная нормальная к поверхности сила, а измерительной системой осуществлялось измерение деформации в данной точке. Установлено соответствие результатов расчетов с экспериментальными данными с погрешностью, не превышающей 10%.

В работе рассмотрен также опыт применения технологий высокоскоростного фрезерования лопаток компрессора, базовые схемы обработки, особенности обработки бандажных полок, входных и выходных кромок. Проанализировано инструментальное обеспечение обработки, конструктивные особенности инструмента, применяемого для высокоскоростного фрезерования, ключевые проблемы, связанные с выбором схем обработки и назначением технологических режимов.

Рассмотрены вопросы оптимизации технологических режимов высокоскоростного фрезерования на основе расчета жесткости конструкции лопатки на различных этапах ее обработки. Для определения закономерностей изменения параметром режима резания предложен расчет допустимой силы резания, не вызывающей выход размера за установленные допуски. Последняя определяется жесткостью в месте воздействия инструмента, скоростью резания, глубиной резания, профилем режущей части фрезы, геометрией режущих кромок и величиной подачи.

Расчет допустимой силы резания выполнялся по известным зависимостям с варьированием величины подачи и изменением скорости резания, связанным с различным угловым положением фрезы со сферической рабочей частью при обработке отдельных элементов пера лопатки.

Разработанная модель может оказаться полезной для оптимизации процесса фрезерования маложестких лопаток в направлениях обеспечения точности и технологической надежности обработки.

Разработка методики повышения надежности силового элемента консольной части крыла самолета по критерию трещиностойкости

Абрикосова Т.М., Счастливцев В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Петухов Ю.В.
МАИ, Москва
elletania19@gmail.com

Одной из основных задач современной техники является увеличение срока службы и надежности деталей и изделий. Решение этой задачи невозможно без понимания процессов усталостного разрушения и внедрения в промышленность методов контроля материалов и изделий без разрушения.

Характер изменения напряжений в деталях машин в процессе эксплуатации можно разделить на регулярный и нерегулярный. Наибольшее распространение на практике имеет случайное нагружение, при котором процесс изменения напряжений во времени является случайным. В процессе действия на изделие случайных нагрузок неминуемо возникают микроскопические нарушения целостности материала, которые впоследствии преобразуются в усталостные трещины. Для своевременного предотвращения развития усталостных трещин и отказа силового элемента необходим постоянный анализ работоспособности изделия, заключающийся в контроле целостности деталей. Методики, позволяющие безошибочно определить начало развития усталостных дефектов материала без разрушения образца, получили название «Методики неразрушающего контроля». Виды неразрушающего контроля отличаются большим разнообразием применяемых физических принципов и, следовательно, технических средств. Простотой устройств и легкостью расшифровки отличаются магнитно-порошковые методы. Масштабность применения магнитно-порошкового метода объясняется его высокой производительностью, наглядностью результатов контроля и высокой чувствительностью. Задачей ультразвуковой дефектоскопии является отыскание дефектов в изделиях с помощью излучения и приема ультразвуковых волн. Излучение и регистрация ультразвуковых волн осуществляются путем преобразования электрических сигналов в ультразвуковые и обратно.

Полученные данные можно использовать для анализа и понимания характера дальнейшего разрушения образцов. Один из ярких примеров использования таких данных – это прогноз роста усталостной трещины, необходимый для своевременного предотвращения появления усталостного разрушения. С помощью методики оценки роста усталостной трещины определяем число циклов до разрушения, используя численные методы интегрирования. Как итог расчетов, получаем спрогнозированное число циклов до разрушения. Данные этих расчетов носят лишь приблизительный характер и нуждаются в теоретической и экспериментальной проверке. Для более глубокого понимания сути появления усталостной трещины и получения более точного числа циклов нагружения до разрушения образца необходимо провести теоретические расчеты, в которых будут учтены все параметры, влияющие на ресурсную долговечность материала, и рассмотрены участки детали, являющиеся концентраторами напряжений. В качестве деталей будут рассматриваться два болта, находящиеся в консольной части крыла: сделанный из 30ХГСН2А и, в пилоне навески двигателя, сделанный из Стали 45. Болты имеют два наиболее опасных участка, которые разрушатся в первую очередь. Галтельный переход является одним из них. Радиус галтельного перехода ρ напрямую влияет на усталостную долговечность образца. В авиастроении нашли широкое применение технологические методы поверхностного упрочнения, существенно (от 1,5…3 раз) увеличивающие пределы усталости материала, и от 5 и более (до 1000) раз увеличивающие долговечность детали. Получив пределы усталости для каждого варианта, узнаем напряжения, при которых начнется распространение трещины. На основании расчетов были построены функции распределения долговечности. Для образцов из 30ХГСН2А были использованы разные методы упрочняющей обработки. Для образцов из Стали 45 различными были радиусы галтельного перехода. Исходя из функции распределения долговечности и вероятности разрушение образца в 50%, получим разные количества циклов нагружения до разрушения. Имея данные стендовых испытаний, необходимо провести сравнения полученных величин. Сравнивая количество летных часов до разрушения образца, полученное в ходе эксперимента, с расчетными данными и данными прогноза, получим величину отклонения значений данных прогноза от экспериментальных и расчетных данных. Отклонение существует из–за того, что прогнозирование развития усталостной трещины не дает точной картины вследствие несовершенства методов неразрушающего контроля. В результате полученного опыта в промышленности было установлено, что неразрушающие методы контроля могут быть использованы для сокращения времени производственного процесса, устранения промышленного брака и сохранения высокой продуктивности промышленных процессов. Были проведены расчеты количества циклов нагружения до разрушения с помощью теоретического метода и с помощью метода прогнозирования на основе анализа скорости развития усталостной трещины. В ходе прогнозирования были применены различные методы неразрушающего контроля для определения начальной длины трещины и определения более точного способа получения исходных данных. Данные сравнили с экспериментальными показателями и установили зависимость между полученными результатами.

Идентификация нелинейно-упругой модели в опыте на индентирование

Астапов Ю.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Маркин А.А.
ТулГУ Тула
ast3x3@gmail.com

Элементы, изготовленные из современных полимерных материалов и работающие в условиях квазистатического деформирования, являются основой многих ответственных механизмов. Точность описания напряженно-деформированного состояния таких деталей при конечных деформациях играет решающую роль при их конструировании. Однозначных рекомендаций по выбору типа определяющих соотношений для корректного описания отклика в системах с резиноподобными элементами не существует. Использование в качестве меры деформаций логарифмического тензора Генки особенно удобно при описании материалов с существенно различными откликами на изменение объема и формы. В работе [1] был предложен вариант обобщения линейной модели материала Генки. Модель содержит пять упругих констант: K, G, C1, C2, C3, причем, если предположить слабую сжимаемость материала, определению подлежат только две из них: G и C3.

В последнее время все больше исследователей используют эксперимент на индентирование для определения упругих констант [2] благодаря относительной простоте постановки опыта и, зачастую, недостаточно представленным объемом материала, не позволяющим поставить опыт другого рода. Обработка эксперимента на индентирование сводится к необходимости решения начально-краевой задачи со смешанными граничными условиями контактного типа. В данной работе в качестве уравнений движения используется условие равновесного протекания процесса деформирования [1], требующего равенства нулю не только главного вектора приложенных к телу нагрузок, но и скорости его изменения. Дискретизация полученной вариационной постановки осуществляется методами конечных элементов и пошагового нагружения. Предложенная численная модель позволяет моделировать осесимметричный отклик образцов при воздействии штампов произвольной формы.

Константы модели G и C3 для натурального каучука определялись из опыта на одноосное сжатие выборки цилиндрических образцов на стенде кинематического нагружения. Определенные с использованием аналитического решения задачи константы использовались при решении задачи о внедрении сферического индентора в упругую плиту. Результаты численного решения продемонстрировали хорошее соответствие данным, полученным из натурного эксперимента.

Для определения констант модели G и C3 непосредственно из опыта на индентирование была использована модификация метода поиска безусловного минимума Хука-Дживса, в котором целевой функцией выступает среднеквадратичное отклонение осевого усилия от усредненного значения, полученного из эксперимента.

Полученные результаты демонстрируют общую методику определения упругих констант нелинейно-упругой модели из опытов на индентирование.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (18-31-20053).

Список литературы

1. Астапов, Ю.В. Численное и экспериментальное моделирование процесса индентирования резиновых образцов / Ю.В. Астапов, Д.В. Христич // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева Серия: Механика предельного состояния. – 2018. – № 2 (36). – С. 65–73.

2. Zhang M. G. Spherical indentation method for determining the constitutive parameters of hyperelestic soft materials / M. G. Zhang, Y. P. Cao, G. Y Li., X. Q. Feng // Biomech Model Mechanobiol. – 2014. – V. 13. – P. 1–11.

Моделирование высокочастотных крутильных колебаний лопаток компрессора газотурбинного двигателя

Бабарыкин В.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Никитин И.С.
МАИ, Москва
leshiy.babarikin@yandex.ru

При расчете деталей конструкции авиационных двигателей на долговечность особое место занимает расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) компрессора газотурбинного двигателя (ГТД): отдельно рассматриваемая система, состоящая из диска компрессора и лопаток, подвергается серьезным воздействиям со стороны набегающего воздушного потока и центробежной силы, вызванной большими скоростями вращения данной системы. Сложность расчета НДС в данном

случае состоит в том, что необходимо учесть контактное взаимодействие между лопатками и диском компрессора, наряду с циклическим воздействием вышеперечисленных нагрузок (циклом в таком случае будет являться полетный цикл нагружения — ПЦН). Таким образом, усталостное разрушение будет происходить в режиме малоцикловой усталости (МЦУ), напряженно-деформированное состояние получено [1] и проанализировано [2]. Но в реальных условиях эксплуатации существует еще одно воздействие на лопатки компрессора ГТД – низкоамплитудное осевое воздействие, при котором наблюдаются высокочастотные колебания лопаток ГТД. Возмущения напряженного состояния относительно невелики, но число циклов при высокой частоте колебаний за время эксплуатации может достичь 10 в 9 степени. Из-за устаревших представлений о пределе усталости данное число циклов является критическим для значительно более низких значений напряжения, нежели закладывается проектировщиком. В данном случае появляется необходимость исследовать режим сверхмногоцикловой усталости (СВМУ), и в результате оценить долговечность компрессора ГТД при высокочастотных колебаниях лопаток.

Для решения задачи произведено моделирование геометрии диска компрессора и лопаток, закрепление которых осуществлено при помощи крепления «ласточкин хвост» и удерживающего штифта; построена конечно-элементная модель, позволяющая рассчитать НДС компрессора ГТД при воздействии центробежных сил, давлении со стороны газового потока, контактного взаимодействия элементов компрессора (с учетом трения в местах контакта) и при низкоамплитудных крутильных воздействиях.

В работе представлены результаты моделирования высокочастотных крутильных колебаний лопаток компрессора ГТД, с учетом указанных дополнительных воздействий, проанализировано полученное напряженно-деформированное состояние, в диске компрессора выявлены зоны критических напряжений, даны оценки долговечности деталей конструкции компрессора ГТД.

Список литературы

1. Бураго Н.Г., Журавлев А.Б., Никитин И.С. Сверхмногоцикловое усталостное разрушение титановых дисков компрессора. Вестник ПНИПУ. Механика. - 2013. - №1. - С. 52-67.

2. Бураго Н.Г., Журавлев А.Б., Никитин И.С. Анализ напряженного состояния диска компрессора ГТД // Вестник ПГТУ. Механика. - Пермь: Изд-во Перм. год. техн. ун-та, 2011. - №1. - С. 46-54

Инженерные методы решения задач течений газа в узлах каналов на основе законов сохранения в интегральной форме

Барсегян О.С.
Научный руководитель — профессор, Дубравин Ю.А.
МАИ, Москва
different_ovik@mail.ru

Использование законов сохранения в интегральной форме подразумевает процедуру осреднения параметров состояния среды на характерных участках поверхности узла и возможность квазиодномерной трактовки течения на границах узла с внешними участками потоков. Подобная трактовка течения в узле во всех рассмотренных в работе примерах приводит к незамкнутой системе алгебраических уравнений и необходимости дополнения их гипотезами. Все известные к настоящему времени гипотезы физически некорректны, так как неадекватны моделируемому явлению и, тем самым, нарушают сами законы сохранения и второе начало термодинамики порознь или совместно.

Предлагаемый инженерный метод основан на анализе первого и второго начал термодинамики применительно к рассматриваемым участкам каналов, приводит к качественному выводу о независимости термодинамической функции – коэффициента восстановления давления σ от геометрических воздействий x_i (угол наклона бокового патрубка, скачок площади, излом оси канала, и т. п.). Подобную функцию можно построить на основе законов сохранения в интегральной форме, содержащих такие воздействия.

Метод позволяет получить необходимое число дополнительных соотношений. Частные интегралы этих условий имеют вид нелинейных алгебраических уравнений, как и сами законы сохранения.

Метод возвращает свойство замкнутости системе уравнений гидрогазодинамики в интегральной форме, сохраняя преимущества традиционного подхода:

- Удовлетворяет первому и второму началам термодинамики;
- Не требует привлечения гипотез извне (дополнительные соотношения содержатся в самой комбинации законов сохранения; метод позволяет извлечь их в нужной форме);
- Позволяет учесть, в качестве инструментов управления параметрами состояния на выходе из узла, различные воздействия на поток;

• Метод применим для до- и сверхзвуковых течений газа;

Для учета, при необходимости, диссипативных потерь требует привлечения экспериментальных данных богатого арсенала прикладной гидрогазодинамики, а при их отсутствии – целевого эксперимента (физического и численного). В сопоставимых условиях совпадает с доступными экспериментальными данными или численными расчетами других авторов.

Математическое моделирование слизистой оболочки верхней челюсти при взаимодействии с протезом

Баршай А.М., Набережнев П.А.
Научный руководитель — Ph.D. Никитин А.Д.
МАИ, Москва
cemetcki@yandex.ru

Современные тенденции в области протезирования и формирования имплантатов различной степени сложности показывают постоянно растущий интерес к персонализации искусственных элементов. Так, например, при протезировании элементов полости рта (зубы, зубные протезы) все чаще возникает необходимость предварительного создания математической модели с учетом индивидуальных особенностей строения полости рта пациента.

Рассматривается задача о контакте полного зубного протеза верхней челюсти с живыми тканями полости рта. При этом предполагается, что основную нагрузку при пережевывании пищи последовательно воспринимают различные зубные пары, по мере продвижения пищевого комка от резцов к молярам. Со стороны костной ткани уравновешивающие силы возникают в первую очередь вследствие полного зубного контакта с торусом. Кроме того, протез в значительной степени опирается на слизистую оболочку полости рта, имеющую неравномерную податливость. В клинической практике большое значение имеет податливость слизистой оболочки, обусловленная толщиной и гистологическим строением. Под податливостью подразумевают ее свойство сжиматься под давлением и восстанавливать свою первоначальную форму после снятия нагрузки. Таким образом, податливость слизистой оболочки является функцией приложенного напряжения. С биологической точки зрения это обусловлено "вытеснением" крови из сосудов в области контакта с протезом. Вследствии чего податливость слизистой уменьшается. Анатомические и гистологические особенности строения слизистой оболочки, покрывающей альвеолярные отростки челюстей, твердое и мягкое небо и другие участки полости рта, имеют определенное значение в выборе метода протезирования больного, а также в его успехе. По своему положению слизистая оболочка относится к тканям пограничной среды, поэтому она устойчива к действию различных раздражителей механического характера, которым она подвергается в повседневной жизни. Сама задача о распределении напряжений в базисе протеза близка к задаче об изгибе балки на упругом основании. Таким образом, важной задачей является построение адекватной математической модели слизистой оболочки, податливость которой может изменяться как функции от приложенных напряжений.

В настоящей работе используются методы 3D-проектирования и моделирования, совмещенные с аналитическим модулем, задающим свойства упругого основания от величины контактных напряжений. Проводится математическое моделирование базиса верхнего протеза с целью определения напряженно-деформированного состояния (НДС) для случая жесткого закрепления по всей поверхности базиса и свободного опирания. Определяются поля напряжений и вертикальных перемещений, соответствующих двум рассматриваемым постановкам. После чего строится аналитическая модель поведения упругого основания с использованием полученных «опорных» значений. Рассматриваются линейные и нелинейные модели поведения упругого основания и оценивается влияние его параметров на НДС базиса.

Подобного рода модели позволяют оптимизировать процесс создания имплантата и обеспечить максимально комфортное и долгосрочное ношение таких протезов. Анализ и учет полей напряжений, возникающих в зубных протезах, позволяет во время эксплуатации значительно повысить комфорт и надежность изделия. Так, например, равномерное распределение полей напряжений в области контакта протеза с тканями полости рта позволяет замедлить естественный процесс «проседания» костной ткани в областях с высокой напряженностью. Несмотря на высокую значимость подобных расчетов, в настоящее время они сталкиваются со значительными сложностями в определении механических свойств живых тканей и отсутствием современных моделей для них.

Исследование критической плоскости в условиях многоциклового нагружения с произвольным сдвигом фаз

Башкатова М.Ш., Гулин В.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Никитин И.С.
МАИ, Москва
mimilenaa@yandex.ru

Режимы циклического нагружения, возникающие при эксплуатации различных технических устройств и конструкций, как правило, не удается воспроизвести в лабораторных условиях, ввиду того что реальные условия эксплуатации выходят за рамки таких случаев, как простое растяжение, изгиб или кручение. Реальное нагружение практически всегда на деле носит сложный, многоосный циклический характер. Инженеру в процессе проектирования любого элемента, испытывающего существенное циклическое нагружение, необходимо знать значение некоторой физической величины, превышение которой будет означать непригодность дизайна или материала конструкции, поэтому для оценки их долговечности применяются многоосные критерии усталостного разрушения, учитывающие в том числе и сдвиг фаз циклического нагружения, которые, как показано, имеют принципиальное влияние на ориентацию критической плоскости. В настоящее время принято проектировать конструкции таким образом, чтобы прилагаемые нагрузки вызывали напряжения много меньше предела усталости материала, поэтому количество потенциальных систем скольжения мало и исчисляется единицами. В процессе нагружения какая-то определенная плоскость скольжения становится доминантной, т.е. «критической», поскольку на ней происходят процессы зарождения и развития усталостной трещины.

Некоторые современные критерии многоосного усталостного разрушения [1–3] учитывают ориентацию критической плоскости. Обычно сложные режимы многоосного циклического нагружения со сдвигом фаз плохо поддаются решению или вовсе не решаются аналитически, поэтому определение ориентации критической плоскости и, следовательно, долговечности проводится численно. В данной работе, основываясь на хорошо апробированном критерии [2], предлагается алгоритм аналитического определения ориентации критической плоскости в условиях многоосного циклического нагружения с произвольным сдвигом фаз для классических областей усталости – малоцикловой и многоцикловой.

В работе приводится алгоритм построения аналитического решения задачи о многоосном нагружении с произвольным сдвигом фаз. Показано [4], что неизвестные параметры критерия могут быть получены из серии одноосных испытаний на усталость с различными коэффициентами асимметрии цикла. Проведена оценка количества циклов до разрушения материала по рассматриваемому критерию в зависимости от сдвига фаз. Показано значительное влияние сдвига фаз на усталостную долговечность материала.

Список литературы

1. Findley W. A theory for the effect of mean stress on fatigue of metals under combined torsion and axial load or bending// J. of Eng. for Indust. – 1959. – Pp. 301–306.
2. Papadopoulos I. V. Long life fatigue under multiaxial loading// International Journal of Fatigue. – 2001. – Vol. 23. – Pp. 839-849.
3. Carpinteri A., Spagnoli A., Vantadori S. Multiaxial assessment using a simplified critical plane-based criterion. // Int. J. of Fatigue. – 2011. – V. 33. – Pp. 969–976.
4. Бураго Н.Г., Журавлев А.Б., Никитин И.С. Модели многоосного усталостного разрушения и оценка долговечности элементов конструкции // Известия РАН. Механика твердого тела – 2011. – №6. – С. 22 – 33.

Численное моделирование процесса распространения усталостной трещины

Баяндин С.Р.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Банников М.В.
ПНИПУ, Пермь
krd2874@mail.ru

Механические компоненты машин подвержены циклическому нагружению в процессе эксплуатации. При приложенных напряжениях намного ниже, чем предел статической прочности материала, он может разрушиться после некоторого числа циклов. Это явление называют усталостью материалов. Экспериментальному [1-3] и теоретическому [3-7] исследованию усталостного разрушения металлов и сплавов посвящен ряд работ. Выделяют мало-, много- и гигацикловую

усталость. В третьем случае трещина образуется внутри материала (под поверхностью). Поэтому данный тип разрушения является наиболее опасным. Ему и посвящено настоящее исследование.

Решение краевой задачи для реальной конструкции требует огромных вычислительных ресурсов и возможно лишь для мало- и многоцикловой усталости [5-6]. Поэтому рассматривается ситуация поведения небольшого объема материала после образования в нем трещины под поверхностью. В осесимметричной постановке решается задача циклического нагружения цилиндрического объема материала высотой и диаметром 1 мм со сферической трещиной в центре, диаметром 0,1 мм.

В качестве исследуемого материала был выбран алюминиевый сплав АМг6, как перспективный материал авиамоторостроения, который интенсивно изучается при циклических [1, 3], динамических [7-10] и ударно-волновых [11] воздействиях. Для описания поведения сплава АМг6 использовалась упругопластическая модель [3].

Проведена серия вычислительных экспериментов с различными амплитудами приложенных перемещений от 2 мкм до 4 мкм. Во всех случаях материал был подвержен ста циклам нагружения. После образования трещины под поверхностью при исследуемых амплитудах приложенной деформации материал АМг6 не способен выдержать более 100 циклов нагружения, что свидетельствует о необходимости замены детали конструкции, в которой образовалась трещина размером 100 мкм и более.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 18-72-00142.

Список литературы

1. Оборин В.А., Банников М.В., Баяндин Ю.В., Соковиков М.А., Билалов Д.А., Наймарк О.Б. Фрактальный анализ поверхности разрушения сплава АМг6 при усталостном и динамическом нагружении // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2015. – № 2. – С. 116–126.

2. Наймарк О.Б., Банников М.В. Нелинейная кинетика развития поврежденности и аномалии упругих свойств металлов при гигацикловом нагружении // Письма о материалах. – 2015. – Т. 5, № 4 (20). – С. 497-503.

3. Оборин В.А., Баяндин Ю.В., Билалов Д.А., Соковиков М.А., Чудинов В.В., Наймарк О.Б. Автомодельные закономерности развития поврежденности и оценка надежности сплавов АМг6 и Д16Т при комбинированном динамическом и гигацикловом нагружении // Физическая мезомеханика. – 2018. – Т. 21, № 6. – С. 135-145.

4. Билалов Д.А., Баяндин Ю.В., Наймарк О.Б. Математическое моделирование процесса разрушения сплава АМг2.5 в режиме много- и гигацикловой усталости // Вычислительная механика сплошных сред. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 323-334.

5. Волков И.А., Коротких Ю.Г., Панов В.А., Шишулин Д.Н Моделирование процессов накопления усталостных повреждений в конструкционных сталях при блочном малоцикловом нагружении // Вычислительная механика сплошных сред. – 2014. – Т. – 7, № 1. – С. 15-22.

6. Гучинский Р.В., Петинов С.В. Численное моделирование распространения полуэллиптической трещины усталости на основании оценки накопления повреждений // Вычислительная механика сплошных сред. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 376-385.

7. Билалов Д.А., Соковиков М.А., Чудинов В.В., Оборин В.А., Баяндин Ю.В., Терехина А.И., Наймарк О.Б. Численное моделирование и экспериментальное исследование локализации пластической деформации при динамическом нагружении образцов в условиях близких к чистому сдвигу // Вычислительная механика сплошных сред. – 2017. – Т. 10, № 1. – С. 103-112.

8. Froustey C., Наймарк О.Б., Пантелеев И.А., Билалов Д.А., Петрова А.Н., Ляпунова Е.А. Многомасштабные механизмы структурной релаксации и разрушения в условиях адиабатического сдвига // Физическая мезомеханика. – 2017. – Т. 20, № 1. – С. 33-44.

9. Билалов Д.А., Соковиков М.А., Чудинов В.В., Оборин В.А., Баяндин Ю.В., Терехина А.И., Наймарк О.Б. Исследование локализации пластического сдвига в алюминиевых сплавах при динамическом нагружении // Вычислительная механика сплошных сред. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 319-328.

10. Глушак Б.Л., Игнатова О.Н., Пушков В.А., Новиков С.А., Гирин А.С., Синицын В.А. Динамическое деформирование алюминиевого сплава АМг-6 при нормальной и повышенной температурах // Прикладная механика и техническая физика. – 2000. – Т. 41, № 6. – С. 139-143.

11. Глушак Б.Л., Игнатова О.Н., Надежин С.С., Раевский В.А. Релаксационная модель сдвиговой прочности пяти металлов (алюминий, бериллий, медь, тантал, уран) // ВАНТ, сер. Математическое моделирование физических процессов. – 2012. – № 2. – С. 25-36.

Локализация деформации в сварном шве титанового сплава ВТ1-0 при деформации растяжением. Метод корреляции цифровых изображений

Безухов К.А., Курган К.А.
Научный руководитель — профессор, к.ф-м.н. Клопотов А.А.
ТГАСУ, Томск
bezuhov_k@mail.ru

Соединения в конструкциях титановых сплавов при помощи сварки используются достаточно широко в авиационной и космической отраслях. В процессе сварки происходит нагрев сплава в области сварного шва до температур плавления сплава. Такое термическое воздействие приводит к изменению структурно-фазового состояния и механических свойств в сплаве, как в зоне сварного шва, так и в области термического влияния. В настоящее время для изучения влияния приложенного механического напряжения на материалы применяют экспериментальные методы, использующие трехмерную цифровую оптическую систему Vic-3D. Применительно к сварочным процессам с практической точки зрения важной является информация о влиянии внешнего приложенного напряжения на распределение деформационных полей в зоне сварного шва.

Целью данной работы являются исследования на мезо- и макромасштабном уровнях эволюции деформационных полей на поверхности в области сварного шва в титановом сплаве ВТ1-0 при растяжении методом корреляции цифровых изображений.

Образцы из титанового сплава ВТ1-0 имели размеры 80х9х1,8 мм. В исходном состоянии образцы из сплава ВТ1-0 обладали микрокристаллической структурой со средним размером зерна порядка 5 мкм.

Электронно-лучевую сварку двух титановых пластин ВТ1-0 проводили на промышленной установке ЭЛС-0,5-6 с вакуумной камерой. Максимальная мощность электронно-лучевого пучка составляла 6 кВт с диаметром в зоне сварки ~ 0,5 мм.

Для получения данных при помощи цифровой оптической системы Vic-3D на поверхности образцов были созданы спекл-картины (стохастическое расположение черных точек на белом фоне).

Деформационные воздействия растяжением на образцы со сварными швами проводили на испытательной машине «INSTRON 3386». Эволюцию деформационных полей при испытаниях фиксировали при помощи оптической измерительной системы VIC-3D.

Поля перемещений, регистрируемые оптической измерительной системой VIC-3D, отражают проекции смещений локальных участков поверхности вдоль оси OX – «поперечная деформация» образцов; вдоль оси OY – «продольная деформация» образцов. Ось OX направлена перпендикулярно относительно оси приложенного внешнего напряжения σ при растяжении образца. Оси OY – вдоль направления напряжения σ.

Были получены зоны локальной деформации в области сварного шва при растяжении при небольших внешних напряжениях и при значительных напряжениях. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что определяющим является рост локализации деформации непосредственно в зоне сварного шва. На начальном этапе нагружения образца (при внешнем напряжении σ=35 МПа) в области сварного шва шириной порядка 0,5 мм наблюдается локализация деформаций с более высокими значениями относительно средних значений деформаций на поверхности всего образца. Здесь необходимо отметить, что значение ширины области локализации в зоне сварного шва сопоставима со значением диаметра электронно-лучевого пучка, при помощи которого была проведено сварное соединение.

Дальнейший рост внешнего напряжения приводит к значительному росту локальной деформации в области сварного шва и достигает значений порядка 4% при внешнем напряжении σ=170 МПа. При этом на поверхности всего образца вдали от сварного шва среднее значение деформации на порядок меньше.

Таким образом, результаты исследования, полученные при помощи оптической измерительной системы VIC-3D, позволили выявить следующие особенности в распределении деформационных полей при растяжении образца со сварным швом. Установлено, что при растяжении происходит образование локализованной в области пластической деформации в зоне сварного шва и значительный рост пластической деформации в этой области с увеличением приложенной внешней нагрузки. Это отражает ситуацию, когда при таком виде сварки и при данных режимах сварки двух пластин титанового сплава ВТ1-0 прошедшие термодеформационные процессы в условиях быстрого нагрева и охлаждения приводят к уменьшению прочностных свойств сплава в области сварного шва.

Исследование напряженно-деформированного состояния гомогенных полимеров при динамическом нагружении

Веденкин Н.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Никитин В.А.
ТулГУ, Тула
nik.v.v.v@mail.ru

Гомогенными пластмассами называют пластики, в композиции которых отсутствует наполнитель. Основной компонент – полимер, добавки вводят в состав композиции полимерного материала для модификации его свойств.

Особенность механических свойств современных полимеров– существенная зависимость от температурно-временных условий нагружения. Например, разрушающее напряжение может изменяться в десятки раз в зависимости от времени действия или скорости нагружения, то же относится и к упругим характеристикам. Поэтому нельзя говорить о прочности и модуле упругости топлив, не указывая временных и температурных условий их определения.

Можно выделить ряд особенностей поведения полимерного элемента под нагрузкой:

1. Значительная зависимость физических и механических свойств и диаграммы нагружения от температуры. При анализе диаграммы нагружения (при +20°С и при +50°С) четко прослеживается, что при большей температуре пластификация происходит при значительно меньших напряжениях (в 6-7 раз меньше), предел прочности снижается примерно в тех же пропорциях.
2. Ранний переход в пластическую зону деформаций, так как предел текучести для исследуемого полимера (при +20°С) находится в районе 12 МПа.
3. Существенно меньшие допустимые напряжения (сравнению со сталью 3 по пределу прочности σв), так как для Ст. 3 σв = 370 МПа, а для исследуемого полимера σв = 18-21 МПа. Следовательно, разрушение происходит при значительно меньших нагрузках.
4. Эффекты памяти, то есть зависимость характеристик материала от истории деформирования и нагружения.
5. Существенная зависимость механических свойств от скорости деформации.

Изменение прочности в зависимости от скорости деформации, как правило, описывается эмпирическими соотношениями типа:

$\sigma = a\varepsilon^k$

где ε – скорость деформации;

a, k – эмпирические коэффициенты, индивидуальные для каждого типа материала.

Анализ результатов показывает, что в исследованном диапазоне скоростей нагружения от 10-3 до 100 прочность увеличивается ~ на 25%, модуль ~ на 29%, предельная деформация ~ на 24%. Причем уровень деформаций при скоростях деформирования 10-3, 10-2,10-1 практически одинаков, и увеличение деформации происходит при скорости деформирования 100 с-1.

Однако эти данные справедливы при относительно невысоких скоростях деформаций (до 100), а как установлено экспериментальным путем, при скоростях деформаций, достигающих 102 – 103, прочность материала может возрасти в 2-3 раза.

Производилось математическое моделирование с использованием программного комплекса ANSYS напряженно-деформированного состояния образцов, представляющих полый цилиндр, при импульсном осевом нагружении. Модель опиралась на один торец и радиально сдерживалась скользящей поверхностью, позволяющей перемещаться только вдоль продольной оси.

Исследования проводились при положительных и отрицательных максимальных температурах. При положительных температурах, как было отмечено ранее, существенно увеличивались предельные деформации, но предел прочности и модуль упругости снижались. Обратная картина наблюдается при минимальной температуре – предел прочности увеличивается (примерно в 10 раз), но полимер становится хрупким и практически не допускает деформаций.

Критериями разрушения служили:

1. Превышение предельно допустимых деформаций, следствием которого является расслоение элемента и его дальнейшая неработоспособность. Данный критерий наиболее применим при отрицательных температурах, так как допускаемые деформации очень малы.
2. Превышение эквивалентными напряжениями или отдельными его составляющими допустимых значений на относительно долгий период времени, которое приводило к разрушению объекта. Критерий использовался при положительных начальных температурах, так как значения допустимых напряжений, вычисленные даже с учетом коэффициента динамического упрочнения 2,73, были крайне малы.

Исследования проводились для двух материалов при температурах -40°C и +50°C. Анализ результатов показал, что начальная конструкция не обеспечивает работоспособности полимерных элементов при данном нагружении. На опорных торцах во всем диапазоне температур возникали напряжения большие, чем предельные значения с учетом упрочнения, а при максимальной положительной температуре максимальные деформации превышали предельно допустимые. Были даны рекомендации по изменению первоначальной конструкции с целью обеспечения ее работоспособности в указанных условиях нагружения.

Растяжение двухслойных пластин из гексагональных и кубических кристаллов

Волков М.А.
ИПМех РАН, Москва
Volkovmikhl@gmail.com

В настоящее время активно проводятся исследования, посвященные анализу поведения и поиску новых материалов с отрицательным коэффициентом Пуассона – ауксетиков [1-3]. Существует два основных вида материалов, которым присуще такое поведение: метаматериалы и кристаллы. Такие материалы обладают рядом преимуществ в сравнении с обычными. Например, они значительно лучше сопротивляются индентированию, лучше поглощают механическую энергию. В [4-8] исследовано влияние ауксетического слоя на эффективные характеристики двухслойных и трехслойных композитов. Было показано, что эффективный модуль Юнга существенно отличается (в большую сторону) от предсказаний по правилу смесей, и что композит, составленный только из слоев с положительным коэффициентом Пуассона, может проявлять ауксетические свойства.

В данной работе проведен анализ растяжения тонких двухслойных пластин из одинаково ориентированных кубических и гексагональных кристаллов. Считаем, что кристаллы в слоях ориентированы так, что плоскости пластины ортогональны оси 6-ого и 4-го порядка гексагонального и кубического слоев, соответственно. Выберем декартову систему координат так, что в плоскости пластины лежат оси x и y, а z направлена по нормали к плоскости пластины. Считаем, что силы на поверхностях и изгибный момент отсутствуют, деформации однородны, а пластина растягивается некоторой силой вдоль оси x. В результате решения такой задачи удается определить зависимости эффективных модуля Юнга и коэффициента Пуассона (характеризующий деформации в плоскости xy) от отношения толщин слоев и коэффициентов податливости кристаллов.

С использованием экспериментальных значений коэффициентов податливости, собранных в справочнике [9], проведен анализ изменчивости эффективных модуля Юнга и коэффициентов Пуассона таких пластин. Было проведено сравнение полученных значений со значениями, даваемыми правилом смесей (средневзвешенные модуль Юнга и коэффициент Пуассона). Эффективный модуль Юнга большинства проанализированных пластин, составленных из двух неауксетичеких кристаллов, практически не отличается от значений, предсказанных правилом смесей. Однако если слои имеют близкие значения модуля Юнга, то эффективный модуль Юнга пластины может значительно превосходить значения, даваемые правилом смесей. Эффективный модуль Юнга таких пластин может превосходить по величине модули Юнга исходных кристаллов, в т.ч. и при всех отношениях толщин. При наличии ауксетического слоя подобное поведение сохраняется. Эффективный коэффициент Пуассона пластин из двух неауксетических кристаллов может в несколько раз отличаться от значений, по правилу смесей, но всегда ограничен величинами коэффициентов Пуассона исходных кристаллов. В случае если один из слоев имеет отрицательный коэффициент Пуассона, то обнаруживаются пластины, у которых и эффективный отрицательный коэффициент Пуассона, и эффективный модуль Юнга превосходят по своей величине предсказания по правилу смесей. У некоторых пластин при этом эффективный модуль Юнга может превосходить модуль Юнга наиболее жесткого слоя.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №18-79-10270.

Список литературы

1. Carneiro V.H. et al. Auxetic materials – A review // Mater. Sci.-Pol., 2013, V.31, P.561-571.

2. Kolken H M.A., Zadpoor A.A. Auxetic mechanical metamaterials // RSC Adv., 2017, V.7, P.5111-5129.

3. Ren X. et al. Auxetic metamaterials and structures: a review // Smart Mater. Struct., 2018, V.27, P.023001.

4. Lim T.C. Out-of-plane modulus of semi-auxetic laminates // Eur. J. Mech. A Solids, 2009, V.28, P.752-756.

5. Lim T.C. In-plane stiffness of semiauxetic laminates // J. Eng. Mech., 2010, V.136, P.1176-1180.

6. Strek T. et al. Computational analysis of sandwich-structured composites with an auxetic phase // Phys. Status Solidi B, 2014, V.251, P.354-366.
7. Гольдштейн Р.В., Городцов В.А., Лисовенко Д.С., Волков М.А. Тонкие однородные двухслойные пластины из кубических кристаллов с различной ориентацией слоев // Физ. мезомех., Т.21, С.5-13.
8. Gorodtsov V.A. et al. Three-layered plate exhibiting auxeticity based on stretching and bending modes // Compos. Struct., 2018, V.194, P. 643-651.
9. Nelson D.F. Second and Higher Order Elastic Constants. Vol. 29a of Landolt-Bornstein – Group III Condensed Matter // Springer, 1992.

Теоретические аспекты применения волн Похгаммера – Кри в задачах неразрушающей диагностики

Гаджибеков Т.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Кузнецов С.В.
МГТУ им. Н.Э. Бауманна, Москва
90-region@mail.ru

В качестве метода для неразрушающего определения свойств материалов и диагностики наличия дефектов часто применяются продольные аксиально симметричные волны Похгаммера – Кри.

Для определения свойств материалов обычно используют два длинных цилиндрических стержня Гопкинсона (иногда называемых стержнями Кольского), между которыми размещают исследуемый образец, как правило, также цилиндрической формы.

При ударном воздействии, приложенном к левому торцу первого стержня Гопкинсона, распространяется импульс со скоростью, близкой ко второй предельной скорости, далее на границе поверхностей между первым стержнем и образцом часть энергии переходит в образец, а часть отражается, при этом энергия отраженной и рефрагированной волн зависит от соотношения импедансов материала стержня и образца. На следующей границе между образцом и вторым стержнем Гопкинсона происходит аналогичное явление. Было установлено, что в случае более продолжительных импульсов низкочастотные составляющие фундаментальной моды, распространяющиеся с большей скоростью, имеют и большие амплитуды.

Неразрушающий контроль дефектных зон в стержнях и трубах также основан на генерировании в основном продольных аксиально симметричных волн и исследовании отражения и изменения их дисперсионных кривых при распространении по участкам с измененными свойствами.

В последние годы для возбуждения различных мод волн Похгаммера – Кри получили методы, основанные на применении электромагнитно-акустических преобразователей (ЭМАП) поверхностных волн, причем наряду с продольными модами удается возбуждать и крутильные моды. Одним из неоспоримых достоинств ЭМАП-устройств является возможность их применения в полевых условиях, когда невозможно обеспечить идеальный контакт между устройством и объектом.

Рассматриваются два основных случая: (1) вариация коэффициента Пуассона и (2) вариация модуля упругости материала стержня. Получены следующие результаты:

1. Вариация коэффициента Пуассона. Результат изменения относительного значения первой предельной скорости при вариации коэффициента Пуассона показывает, что в области высоких частот фазовая скорость является информативной для определения коэффициента Пуассона материала.

2. Вариация модуля упругости. В результате получили, что в окрестности второй предельной скорости исследуемые дисперсионные кривые являются информативными для определения модуля упругости материала.

Влияние поверхностных воздействий на напряженное состояние в пластине с двумя круглыми отверстиями

Гандилян Д.В.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Устинов К.Б.
ИПМех РАН, Москва
david.ghandilyan@mail.ru

В настоящее время привлекают внимание задачи, связанные с поверхностной упругостью. Важным свойством поверхностей для твердых тел является поверхностное напряжение. Общая методология получения аналитических решений для задач, связанных с эффектами поверхностной

упругости, заключается в использовании конкретных граничных условий, соответствующих уравнениям поверхностной упругости. Между тем, количество полученных аналитических решений для конкретных задач ограниченно, может быть связано с довольно неудобным видом граничных условий. Большинство полученных решений ограничено простыми геометриями, например, простейшим случаем в плоскости является тот, который содержит одно круглое отверстие [1], что является наименее интересным с точки зрения влияния поверхностных эффектов, поскольку в этом случае они являются минимальными. В данной работе рассмотрена задача о двух равных круглых отверстиях в плоскости при равномерном всестороннем растяжении. Данная задача представляет интерес в случае двух близких круговых отверстий.

Общее решение для компонент напряжения в пластине, содержащей два круглых отверстия, было получено в [2]. Естественно, что такие общие решения не дают много информации о численном аспекте проблемы. Ввиду важности задачи с двумя круглыми отверстиями в инженерных приложениях считается, что также необходимо обсудить эту проблему более подробно. Задачу о пластине, включающей две круговые границы, лучше всего решать с помощью биполярных координат. Общее обсуждение напряжений и деформаций в биполярных координатах было дано в [3]. Тем не менее, задача для пластины, содержащей два равных отверстия, не была решена так полно, как она того заслуживает. В данной работе решение этой задачи, несколько отличающееся от решения [2], будет соответствовать некоторым основным системам напряжений, действующим в пластине. Параметрические коэффициенты, используемые в решении, получены в явном виде в терминах биполярных координат.

Рассмотрена задача о двух равных отверстиях в плоскости при равномерном всестороннем растяжении с учетом эффектов поверхностной упругости. Задача решается в приближении плоской деформации с использованием биполярных координат и разложения в ряд. Решение представляет интерес для случая достаточно близких отверстий. В этом случае, несмотря на довольно простую геометрию, из-за небольшого расстояния между отверстиями можно ожидать появления сравнительно значимых различий между поверхностными и объемными свойствами. Также, расширив решение Джеффери в [2] и использовав данные по модулю поверхностной упругости в [4], было вычислено поверхностное напряжение.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН I. 16.

Список литературы

1. Уфлянд Я.С. Биполярные координаты в теории упругости. М.; Л.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1950. 232 с.

2. Jeffery G.B. Plane stress and plane strain in bipolar coordinates. Phil. Trans. of the Roy. Soc. of London, ser. A, vol. 221, 1921, p. 265.

3. Ching-Bing Ling. On the stresses in a plate containing two circular holes. Journ. of appl. Phys., vol. 19, № 1, 1948, p. 77.

4. Shenoy V.B. Atomistic calculations of elastic properties of metallic fcc crystal surfaces. Phys. Rev. B Condens. Matter Mater. Phys., vol. 71, 2005, p. 11.

Поиск оптимальных параметров случайного распределения ориентации кристаллитов для получения максимальных упругих деформаций

Горденчук В.Д.
ПНИПУ, Пермь
ls34814@gmail.com

Как известно, большинство существующих материалов и конструкций эксплуатируются в области упругого нагружения, то есть пластические деформации считаются недопустимыми. Поведение материала во многом зависит от его характеристик и от его внутреннего состояния.

В прикладных задачах необходимо увеличить прочностные характеристики некоторой конструкции. Под прочностью будем понимать предел упругости материала. В данной работе исследовано влияние текстуры на упругие свойства и предел текучести материала. Необходимо получение такой текстуры, при которой материал будет как можно дольше оставаться в зоне упругих деформаций.

Текстура материала может порождать существенную анизотропию его свойств на макроуровне, которую необходимо учитывать при эксплуатации конструкций из данного материала.

Таким образом, целью работы является поиск оптимальных текстур для получения наибольших упругих деформаций для двухуровневой модели деформирования поликристалла с гранецентрированной кубической (ГЦК) решеткой.

Основываясь на данных экспериментов, можно сделать вывод об образовании текстуры, а именно практически все виды деформации, кроме всестороннего сжатия, сопровождаются ее образованием [1]. Текстура возникает при направленных воздействиях на материал, в качестве которых могут выступать не только напряжения (деформации), но и тепловые, электрические и магнитные поля, а также сочетания этих факторов (например, термомеханическая и термомагнитная обработки металлов).

Для оптимизации и оценки параметров, при помощи которых задается начальное распределение ориентации кристаллитов и в качестве которых выступают математическое ожидание и дисперсия, в рамках данной работы будет использоваться модель неупругого деформирования, основанная на физических теориях пластичности (ФТП), поскольку физические теории пластичности тесно связаны с теорией дислокаций [2].

При нахождении оптимальной текстуры для получения наибольших упругих деформаций решалась задача оптимизации. Задача решалась методом деформирмируемого многогранника (Нелдера – Мида) [3]. В ходе работы проведен численный эксперимент, имитирующий простой сдвиг представительного объема поликристалла меди, состоящего из 1000 зерен. Получена и проанализирована текстура, необходимая для получения наибольших упругих деформаций.

Список литературы

1.Лобанов М.Л., Юровских А.С., Кардонина Н.И., Русаков Г.М. Методы исследования текстур в материалах: учеб.-метод. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2014. – 115 с.

2. Трусов, П. В. Многоуровневые модели неупругого деформирования материалов и их применение для описания эволюции внутренней структуры / П. В. Трусов [и др.] // Физическая мезомеханика. – Томск.: ИФПМ СО РАН. – 2012. – Т. 15. – № 1. – С. 33 – 56.

3. Nelder J.A. and Mead R., Computer Journal, 1965, vol 7, pp 308—313 с.

Исследование усталостных свойств металлических образцов при циклическом нагружении в области больших долговечностей

Гулин В.В.
Научный руководитель — Ph.D. Никитин А.Д.
МАИ, Москва
kornet104@gmail.com

Исследования в области сверхмногоцикловой усталости не останавливаются на накоплении экспериментальных данных, и в настоящее время предпринимаются попытки построить физические и численные модели, которые позволяли бы прогнозировать зарождение и развитие дефектной структуры при сверхмногоцикловом режиме нагружения. Широкое распространение получила модель подповерхностной трещины «рыбий глаз», предложенная проф. К. Батиасом (C.Bathias). В основе данной модели лежат эмпирические исследования поверхностей излома конструкционных материалов с неметаллическими включениями (например, сталей). Предполагается, что зарождение макроскопической трещины в металлических образцах происходит вблизи наиболее опасного дефекта (включения) с последующим формированием единственной трещины. При этом считается, что при низких амплитудах внешнего нагружения, характерного в области сверхмногоцикловой усталости, одновременное развитие двух подповерхностных трещин невозможно. Для описания кинетики усталостной трещины на ранних и развитых этапах роста используется описание в рамках механики сплошных сред. Основным параметром при этом является размах коэффициента интенсивности напряжений (КИН). Таким образом, в подавляющем большинстве случаев предполагается, что в процессе нагружения развивается единственная дефектная структура, хорошо детектируемая на поверхности излома и являющаяся причиной зарождения трещины. Однако имеет место гипотеза, состоящая в том, что вместе с основной существуют также и другие дефектные структуры, которые вносят вклад в напряженно-деформированное состояние внутри образца, а также поглощают некоторую долю мощности нагружения. Отсюда возникает интерес к исследованию не только области зарождения излома образца, но также и остального его объема с целью поиска закономерностей эволюции его внутренней структуры как целостного.

Работа состоит в организации и проведении эксперимента с осевым режимом нагружения металлических образцов с последующим анализом поверхностей излома, а затем и объема образцов с помощью послойной декомпозиции поверхности разрушения.

Исследование объемных следов деформирования может позволить более точно идентифицировать области формирования дефектной структуры, а также оценить объемы пластической деформации образцов при сверхмногоцикловом режиме нагружения, что в свою очередь позволит использовать

полученное знание при создании как критериев усталости в соответствующей области наработки циклов, так и физических и численных моделей процесса усталостного разрушения.

Список литературы

1. C. Bathias, P. C. Paris "Gigacycle Fatigue in Mechanical Practice" 1st Edition CRC Press 13/09/2004 328 p. ISBN 9780824723132 – CAT# DK3165

2. Y. Murakami "Metal Fatigue: Effects of Small Defects and Nonmetallic Inclusions" 1st Edition ISBN: 9780080496566 29/04/2002 p. 384

3. T. Sakai "Review and Prospects for Current Studies on Very High Cycle Fatigue of Metallic Materials for Machine Structural Use"

4. C. Bathias "Fatigue of materials and structures" / ed. by C. Bathias, A. Pineau.

Разработка КЭ-модели распределения тепловых полей по актюаторной системе на ПКМ с эффектом памяти формы

Гуркина Е.Д., Шаталин А.А., Фисенкова Д.В.
Научный руководитель — к.т.н. Ягудин Т.Г.
МАИ, Москва
edgurkina@yandex.ru

В последние десятилетия осуществляются исследования разного рода для создания малых космических аппаратов (КА), которые могли бы сравниться с классическими космическими аппаратами по функциональным возможностям, но при этом имели бы значительно меньшие массогабаритные характеристики. Одним из методов оценки свойств таких малых космических аппаратов может стать конечно-элементное (КЭ) моделирование конструкции целиком или отдельных функциональных частей КА, например, КЭ-моделирование теплофизических процессов, проходящих в актюаторных системах. В этой связи, работа по разработке КЭ-модели распределения тепловых полей по актюаторной системе на ПКМ с эффектом памяти формы является актуальной.

Целью работы является КЭ-моделирование распределения тепловых полей в актюаторной системе на основе ПКМ с эффектом памяти формы.

Задачи, решение которых обеспечивает достижение поставленной цели: поиск, анализ научно-технической информации о внешних условиях в открытом космосе и работоспособности конструкции в заданных условия; анализ научно-исследовательских работ по данной тематике; разработка КЭ модели распределения тепловых полей по пластине ПКМ в программном комплексе Ansys.

В результате работы сформулированы технические требования, исходные данные к моделированию, разработана КЭ-модель распределения тепловых полей в актюаторной системе на основе ПКМ с эффектом памяти формы при воздействии температур в диапазоне от 100 до 130 °С, а также получены температурные градиенты при охлаждении и нагреве данной актюаторной системы в диапазоне температур от 20 до 150 °С.

Дальнейшая работа будет связана с усовершенствованием КЭ-модели, для полноценного анализа всей конструкции малых космических аппаратов, анализом и аккумулированием полученных данных, разработкой экспериментального образца для сверки результатов моделирования с реальными экспериментальными значениями.

Нестационарная задача термоупругой диффузии для многокомпонентного полупространства и ее приложения

Давыдов С.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Земсков А.В.
МАИ, Москва
xenon_93@inbox.ru

Создание материалов с заранее запрограммированными свойствами и модификация уже имеющихся материалов под новые стандарты качества – одно из актуальных направлений разработок в области технологии обработки конструкционных материалов. Постановка и решение математических задач воздействия различных факторов на обрабатываемый материал и анализ получаемых результатов позволяют рассмотреть большее число вариантов воздействия при минимизации финансовых затрат в случае работы со сложными и высокотехнологичными процессами.

Существует целый ряд подходов к созданию математических моделей. Одним из перспективных, активно развивающихся, а также дающих возможность наиболее точно аналитически описать сложные динамические технологические процессы является подход к построению моделей связанных полей. Примером такой модели является модель термомеханодиффузии, описывающая взаимодействия полей температуры, перемещения и концентраций.

Актуальность направления исследования подтверждается наличием множества работ различных научных центров, расположенных по всему миру. Большинство имеющихся на сегодняшний день работ посвящены решению статических, квазистатических и стационарных задач термомеханодиффузии. Однако наибольший интерес, и также и наибольшую трудность представляют нестационарные связанные задачи термомеханодиффузии. В этих работах решение сводится к преобразованию Лапласа по времени, обращение которого сопряжено с большими математическими трудностями. В связи с этим в большинстве работ для перехода к оригиналам искомых функций применяются готовые пакеты вычислительной математики и механики или новые и сложные численные алгоритмы. Также стоит отметить, что в основном большинстве работ рассматриваются только однокомпонентные среды.

В данной работе рассматривается одномерная нестационарная задача термоупругой диффузии для однородного многокомпонентного полупространства. Для описания возмущений среды, распространяющихся с конечной скоростью, используется локально-равновесная модель связанной термоупругой диффузии, включающей уравнения движения упругой среды, теплопереноса и массопереноса. Начальные условия приняты нулевыми.

Решение задачи ищется в интегральной форме, представляющей собой интегральные свертки по времени и координате функций Грина с объемными и поверхностными возмущениями. Для нахождения функций Грина используются преобразование Лапласа по времени и синус-, косинус-преобразование по координате. В результате преобразований задача сводится к системе линейных алгебраических уравнений, а ее решение представляется в виде рациональных дробей относительно параметра преобразования Лапласа. Их оригиналы находятся с помощью известных теорем и таблиц операционного исчисления. Обращение синус-, косинус-преобразований в общем виде может проводиться численно с использованием таких известных подходов, как метод Филона или быстрого преобразования Фурье (FFT). Таким образом, для этой задачи отпадает необходимость в разработке алгоритмов численного обращении преобразования Лапласа. Такой подход позволяет свести к минимуму использование численных алгоритмов и дает возможность провести анализ полученных функций Грина.

Нестационарные задачи термомеханодиффузии (в отличие от стационарных) позволяют рассматривать быстрые, сложные и связанные динамические технологические процессы обработки металлов и сплавов, сопровождаемые взрывным ростом нагрузок и интенсивным массотеплопереносом. Примерами такого рода процессов могут являться различные импульсно-периодические способы поверхностной модификации поверхности как лазерная или электро-разрядная в жидкости. В дополнение к этому необходимо добавить, что процессами, которые могут быть наиболее полно описаны представленной математической моделью, являются технологические процессы ионной имплантации и диффузионной пайки. Эти технологии позволяют получать модифицированные покрытия, обладающие исключительными характеристиками, а также создавать множество различных стабильных твердых смесей и соединений, используемых в авиационной технике.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-31-00437.

Конечно-элементное моделирование процесса зарождения трещины в пористом алюминиевом сплаве АД1 с гексагональным расположением пор

Данилушкин В.С., Абалихина О.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воронин С.В.
Самарский университет, Самара
vladislavdan@bk.ru

Для снижения массы авиационной и космической техники необходимо использование легких и прочных материалов. На наш взгляд, пористые материалы могут удовлетворять вышеуказанным требованиям. Однако для увеличения прочностных характеристик материала необходима микроструктура с оптимальным расположением пор. Оптимальное расположение пор в объеме материала может увеличить его удельные механические характеристики за счет того, что поры могут

выполнять роль упрочняющей фазы, при этом имея малую плотность, по сравнению с основным материалом. Однако при эксплуатации материал подвергается деформации и разрушению, при которых зарождаются и развиваются трещины. Благодаря тому, что поры могут выступать в роли стопора для распространения трещины и одновременно являются концентраторами напряжений, процесс зарождения и развития трещины в пористом материале отличается от процесса разрушения в компактном материале. Поэтому целью данной работы является конечно-элементное моделирование процесса зарождения трещины при различном характере расположения пор [1]. Методы. Для достижения цели исследования были построены конечно-элементные модели образцов пористого материала с гексагональным расположением пор и с гексагональным расположением пор с порой в центре. Конечно-элементный анализ проводился в программном продукте MSC.Nastran. В ходе проведения исследования было принято допущение о том, что материал является абсолютно упругим. Поэтому конечно-элементным моделям задавались свойства алюминиевого сплава АД1 в наклепанном состоянии. Данные конечно-элементные модели подвергались одноосному растяжению. Моделирование процесса зарождения и развития трещины осуществлялось с помощью авторской программы-приложения (макроса) [2]. Данный макрос работает по следующему принципу: трещина зарождается в той области конечно-элементной модели образца пористого материала, где максимальные напряжения превышают предел прочности заданного материала, и образовавшаяся трещина движется в том направление, в котором необходимо затратить наименьшую работу на ее продвижение. В ходе проведения исследования получены эпюры распределения напряжений и деформаций в конечно-элементных моделях образцов пористого материала с гексагональной пористой структурой и с гексагональной с порой в центре. При анализе полученных эпюр отмечено, что поля максимальных напряжений вокруг пор располагаются под углом 45º по отношению к оси растяжения, напряжения концентрируются на вертикальных полюсах крайних пор. В случае рассматриваемых пористых структур очагами зарождения трещин являются поры, которые располагаются ближе к краю образца, и направление движения трещин ориентировано к краю образца, а не в объем материала.

Литература

Levandovskiy A.N., Melnikov B.E., Shamkin A.A. Инженерно-строительный журнал. 2017. № 1 (69). С. 3-22. 2. Voronin, S.V., Computer-Aided Study of Materials' Microstructure Influence on Cracks' Propagation Pattern in Brittle Anisotropic Bodies [Текст] / S.V. Voronin, V.D. Yushin, G.Z. Bunova // Modern Applied Science – Vol. 9, No. 3. – 2015. – P. 51-58.

Определение механических характеристик проволочных образцов при одноосном растяжении

Десюкевич К.Ю., Шипунов В.В.
Научный руководитель — д.т.н. Давыдов Д.П.
Самарский университет, Самара
kirillmc74@mail.ru

В работе [1] предложена оригинальная методика определения механических свойств проволоки, используемой при изготовлении материала МР. Знание этих свойств позволит изучить процессы навивки и прессования материала МР на принципиально новом уровне с применением современных средств компьютерного математического моделирования, таких как ANSYS и LS-DYNA. Для реализации данного метода авторами настоящей работы был разработан уникальный датчик [2], на который подана заявка на регистрацию изобретения.

С целью отработки методики были проведены исследования механических характеристик холоднотянутых проволочных образцов диаметром 0,2 мм из хромоникелевой стали 12Х18Н10Т ГОСТ 18143-72 при одноосном растяжении. Испытания проводились с использованием разрывной машины Galdabini Quasar 25. Для закрепления указанных образцов в машине были спроектированы зажимы [3], обеспечивающие одноосное напряженное состояние в проволоке и исключающие концентрацию напряжений. Регистрация усилия осуществлялась с использованием штатного тензодатчика установки, а регистрация деформации проволочного образца – при помощи указанного выше оптоэлектронного датчика [2].

Результатом проведенных экспериментов являются численные значения удлинения проволочных образцов в зависимости от приложенной к ним нагрузки.

По известным геометрическим параметрам поперечного сечения и базовой длины образцов найдена зависимость напряжения в проволоке от ее деформации. Обработка экспериментальных данных установила, что для образцов из материала 12Х18Н10Т средние значения модуля упругости –

E=2,07·⟦10⟧^11 Па, предела прочности σВ=1368 МПа и относительного удлинения образца при разрыве δ=0,193%.

Сравнение экспериментальных данных со справочными показало хорошее согласование. Отклонение экспериментальных данных от справочных не превышает 4,5%.

По результатам исследования сделано заключение о корректности предложенной методики определения механических характеристик проволочных образцов при одноосном растяжении.

Список литературы

1. Десюкевич К.Ю., Шипунов В.В. Разработка методики и датчика измерения деформаций проволочной основы материала МР при испытаниях на разрыв // Г12 Гагаринские чтения – 2018: XLIV Международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов. Том 3: М.: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2018. 453 с.

2. Десюкевич К.Ю., Шипунов В.В. Методика измерения деформаций проволочной основы материала МР при испытаниях на разрыв // Молодежь. Техника. Космос: труды X Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Т.1/ Балт. гос. техн. ун-т. – СПб.; 2018. – 467 с.

3. Десюкевич К.Ю., Шипунов В.В. Проектирование установки для исследований механических свойств проволочной основы материала МР // Студенческая научно-техническая конференция «Лукачевские чтения – 2017». – Самарский университет, 2017. – 76с.

Исследование характеристик трещиностойкости образцов углепластика

Добрянский В.Н.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Соляев Ю.О.
МАИ, Москва
aprilvasya@gmail.com

Склонность к расслоению является одной из основных конструктивных проблем для многих современных многослойных композитных конструкций. Знание характеристик трещиностойкости многослойного композитного материала необходимо для выбора материалов, проектирования и проведения прочностных расчетов разрабатываемых новых конструкций.

В данной работе рассмотрена современная методика экспериментального определения механических свойств волокнистых полимерных композиционных материалов на основе углеродных волокон, включающая исследование межслоевых трещиностойкостей GIC и GIIC, межслоевой прочности, механических свойств композиционных материалов при растяжении, а также влияния температуры на межслоевую прочность. Приводится сравнение значений межслоевых трещиностойкостей GIC и GIIC, а также механических свойств при растяжении, межслоевой прочности в зависимости от плотности укладки армирующего наполнителя.

Рассмотрена методика определения величины удельной работы расслоения в условиях отрыва GIC по методу DCB (double cantilever beam – двухконсольная балка) и в условиях поперечного сдвига GIIC по методу ENF (end notch flexure – изгиб образца с краевым расслоением). Описывается методика подготовки образцов, методика проведения испытаний, обработки результатов. Описаны трудности, возникающие в процессе опытов, даны рекомендации по их решению. Приведены результаты испытаний образцов полимерных композиционных материалов с углеродным армирующим наполнителем с укладкой 0-900. Испытывались образцы с различной поверхностной плотностью армирующего наполнителя. Механические испытания проводились при комнатной температуре на испытательной установке Instron 5969 с программным обеспечением Bluehill 3.

Было проведено компьютерное моделирование процесса раскрытия и роста трещины в программном комплексе Simulia ABAQUS. Получено хорошее соответствие экспериментальных данных и компьютерного моделирования.

Рассмотренные методы расчета позволяют оценивать прочность композитных элементов конструкций, и в том числе, развитие межслоевых дефектов при статических и ресурсных нагрузках на основании результатов испытаний стандартных экспериментальных образцов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-31-20043.

Исследование пространственных закономерностей зарождения усталостных трещин при СВМУ-нагружении

Дубинец А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Никитин А.Д.
МАИ, Москва
anisia.dubinets@icloud.com

Длительная эксплуатация материалов, подверженных циклическому нагружению, требует оценки их долговечности, что приводит к необходимости введения некоторого критерия усталостного разрушения. Под действием переменных напряжений в материале постепенно накапливаются повреждения, которые приводят к изменению механических свойств, образованию трещин, их развитию и разрушению, что называют усталостью. В последние десятилетия усталостное поведение конструкционных материалов в режиме сверхмногоцикловой усталости (СВМУ) стало важным предметом исследования.

При данном режиме нагружения на зарождение и развитие усталостных трещин существенно влияют дефекты внутреннего строения материала (различие формы, размеров, ориентации соседних зерен металла, внутренние трещины, наличие включений — шлаков, примесей), дефекты обработки поверхности (следы от резца, царапины, коррозия и т. д.).

На поверхности усталостного излома можно выделить характерные две или три зоны разрушения. В окрестности области зарождения усталостная трещина распространяется с относительно высокой скоростью, в этом случае поверхность имеет малую шероховатость и напоминает полированную. Вторая зона является более шероховатой, поэтому поверхность разрушения имеет нерегулярный характер. Окончательное разрушение происходит в третьей зоне, называемой зоной долома, металл разрушается в последнем полуцикле нагружения. В этой зоне характерен вязкий тип разрушения.

Преимущественное развитие усталостных трещин в поверхностных слоях обусловлено более ранним по сравнению с остальным объемом металла повреждением поверхностных слоев из-за более раннего накопления в этих слоях критической плотности пластических дефектов. Поскольку процесс усталости во всем объеме протекает неоднородно, то для изучения изменения свойств в процессе циклического нагружения необходимы характеристики, которые позволяли бы судить о процессах, происходящих в полном объемах металла.

В настоящей работе проводится анализ поверхностей излома усталостных образов, разрушенных в области сверхмногоцикловой усталости, и выявление очагов усталостных трещин. В качестве рабочей гипотезы предполагается, что наблюдаемая усталостная долговечность материала может зависеть от положения области зарождения трещины относительно центра образца. Для каждого разрушенного образца составляется таблица результатов измерения удаленности очага трещины от центра образца. Проводится анализ полученных данных и выявление закономерностей. С целью объяснения полученных экспериментальных результатов дополнительно проводится измерение размера поврежденной области и определяются параметры напряженно деформированного состояния в окрестности области зарождения. Полученные расчетные и экспериментальные данные используются для описания распределения усталостной долговечности образов в зависимости от положения очага трещины относительно центра образца.

Известно, что вблизи концентратора, например отверстия, напряжения значительно превышают напряжения на бесконечности, причем это увеличения напряжений имеет резко выраженный локальный характер и быстро убывает с расстоянием (так называемая концентрация напряжений у дефекта). Если размер дефекта превышает критический размер, трещина может зародиться и имеет тенденцию постепенно расти, с увеличением количества циклов. Исследование пространственных закономерностей зарождения усталостных трещин при СВМУ нагружении является важной темой для обеспечения долгосрочной безопасности реальных конструкций в различных областях промышленности.

Задача дробления опасного астероида

Екимовская В.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
НИУ МГСУ, Москва
lera.ek00@mail.ru

В работе показано, как экспериментальные данные о дроблении скоростных космических объектов перенести из земной системы координат в связанную с движущимся телом.

Цель работы заключается в определении характеристик взрыва объекта, который движется с большой скоростью, по результатам земных наблюдений из неподвижной системы координат.

Решаемая задача состоит в определении мощности взрыва и скорости разлета фрагментов взорвавшегося скоростного космического объекта по результатам земных наблюдений.

Математические и физические методы решения задачи основаны на применении законов сохранения импульса и энергии. Для больших дробящихся объектов дополнительно нужно учитывать закон сохранения момента количества движения.

Актуальность исследования процесса дробления скоростных космических объектов связана как с естественной опасностью для Земли от множества приближающихся к ней астероидов, так и с искусственно созданной проблемой засорения околоземного космического пространства техногенными объектами.

При защите Земли от опасных астероидов часто предлагают применить схему искусственного подрыва космического объекта. Но при реализации такой схемы надо учитывать, что центр масс исходного тела и множества образовавшихся взрывных фрагментов будет продолжать двигаться по прежней траектории. В работе показано, как можно практически реализовать подрыв опасного астероида для защиты Земли от столкновения. В частности, решена задача о фрагментации исходного объекта на две части, безразлично, одинаковые или разные по массе и размерам. Пусть опасный космический объект (астероид, комета, большой фрагмент космического мусора) движется в направлении, опасном для всей Земли или для отдельной области нашей планеты. Задача заключается в предотвращении опасного столкновения космического объекта с Землей или с отдельной ее областью. Схема подрыва опасного космического объекта строится так, чтобы общий центр масс образовавшихся осколков двигался в прежнем направлении. Но реально этот центр масс представляет собой идеализированное понятие в виде математической точки, потому что фрагменты отлетели от него после искусственного взрыва. Образовавшиеся взрывные фрагменты имеют повышенную энергию, равную сумме начальной энергии космического объекта и добавленной энергии взрыва. Траектории всех образовавшихся взрывных фрагментов должны быть такими, чтобы не причинить ущерба Земле или отдельным районам. Например, надо изменить траекторию одного исходного опасного космического тела на множество траекторий так, чтобы они отошли от населенных районов Земли в океан или вообще в сторону от нашей планеты.

Физико-математическое решение задачи дробления тела свелось к исследованию гамильтоновой системы с позиции сохранения энергии и импульса. Для подтверждения правильности полученных выводов и предложений для отклонения траекторий был проведен эксперимент с наблюдением взрывов скоростных частиц расплавленного металла, отлетающих от наждачного круга шлифовальной машины. Экспериментальные данные были обработаны и перенесены из земной системы координат в скоростную. Такой пересчет позволил сформировать требования к мощности взрыва для отклонения фрагментов от первоначальной траектории на заранее заданные безопасные углы.

Новизна работы заключается в предложении дробления опасного астероида тремя последовательными разрушениями. Первый взрыв образует два одинаковых фрагмента, которые отклоняются от первоначальной траектории, но все равно продолжают движение к Земле. Затем каждый из этих двух фрагментов еще раз подрывается для разрушения на парные приблизительно одинаковые фрагменты. Характеристики всех трех взрывов выбираются такими, чтобы все четыре образовавшихся осколка пролетели мимо Земли.

В работе доказана актуальность и важность идеи А.И.Сокольского о создании каталога опасных астероидов, постоянного его обновления и обнаружения объектов как можно раньше и как можно дальше от Земли. На больших расстояниях от Земли требуется сравнительно небольшая энергия для безопасного отклонения траекторий космических тел.

Усталостное разрушение конической зубчатой передачи

Ефремов В.А., Прохорчук К.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Никитин И.С.
МАИ, Москва
lisg88@mail.ru

В современных авиационных конструкциях широко используются технические системы с высокими скоростями вращения для передачи мощности между элементами конструкции. Одной из таких систем является редуктор, представляющий собой пару взаимозацепленных шестеренок. Как показывает практика, в процессе эксплуатации возможно разрушение такой конструкции из-за

усталости материала. В результате зацепления двух зубьев на поверхности контакта возникают контактные напряжения, а у ножки зуба – изгибные напряжения, изменяющиеся во времени по пульсирующему циклу (коэффициент асимметрии R=0). Именно эти циклические напряжения являются причиной усталостного разрушения зубьев.

В работе рассматривается коническая прямозубая зубчатая передача, составляющие которой изготовлены из углеродистой стали. Для построения геометрической модели и произведения расчетов на усталость используется программный комплекс САПР. Моделируется случай, когда конические колеса испытывают сверхмногоцикловое усталостное разрушение, т.е. характерное число циклов для такого режима составляет порядка 10 в 9 степени. Такая ситуация возможна при напряжениях, значения которых ниже классического предела усталости и при достаточно высоких скоростях вращения зубчатых колес.

В результате исследований были выявлены зоны, где возникает наибольшая концентрация напряжений. В этих местах наиболее вероятно зарождение усталостной трещины и в дальнейшем разрушение материала. Построены эпюры напряжений, наглядно демонстрирующие картину распределения нагрузки по зубу колеса. Рассчитана долговечность такой конической зубчатой передачи при заданных условиях, позволяющая оценить время эксплуатации конструкции.

Список литературы

1. Шанявский А.А. Моделирование усталостных разрушений металлов. Уфа. Изд-во научно-технической литературы «Монография». 2007. 498с.

2. Claude Bathias, Paul C. Paris Gigacycle Fatigue in Mechanical Practice, 1st edition

3. Бураго Н.Г., Журавлев А.Б., Никитин И.С. Модели многоосного усталостного разрушения и оценка долговечности элементов конструкций. // Известия РАН. МТТ. 2011. № 6. С 22-33.

Сверхмногоцикловая усталость конструкционных материалов

Загаровский А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Беклемишев Н.Н.
МАИ, Москва
zagarovskiy93@mail.ru

Рассматриваемая проблема сверхмногоцикловой усталости (СВМУ) связана, прежде всего, с поведением материала, которое соответствует разным масштабным уровням. Эволюция в поведении металла реализуется от микромасштабного уровня к мезо-, а далее к макроскопическому масштабному уровню, а не наоборот. Металл первоначально накапливает повреждения на микро-, а далее, на остальных масштабных уровнях. Это означает, что так называемый «предел усталости» на самом деле представляет собой границу перехода от микроскопического масштабного уровня в поведении металла к мезо-масштабу, или, соответственно от сверхмногоцикловой к многоцикловому (МНЦУ) усталости.

Естественное стремление конструктора – выбрать уровень напряжения как можно ближе к этой предельной величине. На самом деле, он попадает в область перехода от одного масштабного уровня разрушения к другому. В этой области разброс долговечности составляет три порядка. Это связано с тем, что при выбранном уровне напряжения металл может с разной вероятностью разрушится, как в области МНЦУ, с формированием очага на поверхности, так и в области СВМУ, формируя очаг под поверхностью. Поэтому, например, разрушение зубчатого колеса при наработке 50 часов и при наработке 5000 часов оказывается в пределах этого разброса, что совершенно не устраивает эксплуатанта. Поэтому сегодня, например, ОКБ «Пермские моторы» вынуждено переконструировать редуктор двигателя ПС90А из-за разрушения зубчатых колес в области СВМУ в интервале наработок 8 – 14000 часов. Причем выявленные дефекты механической обработки поверхности зубчатых колес привели к еще большему снижению наработки до разрушения (более чем на порядок) по сравнению с неповрежденной поверхностью по критерию МНЦУ в переходной области.

Построенные усталостные кривые для металлов подразумевают использование неразрушенных образцов на базе 107 циклов для определения кривой усталости в области МНЦУ. Однако эти образцы могут принадлежать как одной, так и другой области, т.е. СВМУ. Поэтому усталостные кривые требуют других принципов построения. Более того, как указано выше, переход от одного масштабного уровня к другому реализуется в диапазоне уровня напряжений, который сегодня никем не определен.

Область СВМУ уже сегодня заявляет о себе в имеющихся случаях разрушения авиационных деталей в эксплуатации. Это требует изучения проблемы СВМУ на образцах и выработки новых требований к проведению усталостных испытаний металлов. Необходим учет масштаба для

построения усталостных кривых с определением уровней напряжения, являющегося границей перехода от одного масштабного к другому.

Модель нестационарной пьезомеханодиффузии с учетом релаксации диффузионных процессов

Зверев Н.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Земсков А.В.
МАИ, Москва
NikolayZverev1995@gmail.com

В последнее время все больший научный и практический интерес представляют связанные нестационарные модели механики деформируемого тела, в частности, модели механодиффузии, поскольку диффузия, влияя на напряженно-деформированное состояние тела, может оказывать также и нежелательное воздействие на конструкции или их отдельные элементы. Например, диффузия, вызывая движение вакансий и дислокаций, может влиять на процесс трещинообразования и старения материалов. В связи с этим представляется практически важным вопрос о качественной и количественной оценке взаимодействии механических и диффузионных полей. Также немаловажную роль в вопросах моделирования технических систем играет учет электромагнитных полей, наличие которых может вызывать пьезоэлектрические и пьезомагнитные эффекты.

В работе рассматривается одномерная нестационарная задача об определении напряженно-деформированного состояния многокомпонентного пьезоэлектромагнитного слоя с учетом явления массопереноса. При рассмотрении переноса вещества учитываются релаксационные эффекты, характеризующиеся конечными скоростями распространения диффузионных возмущений. Физико-механические процессы, протекающие в данном теле, которое можно рассматривать как сплошную однородную среду, описываются системой дифференциальных уравнений в частных производных, состоящей из линеаризованных уравнений движения, массопереноса и уравнений Максвелла [1-5]. Замыкают постановку задачи начально-краевые условия.

Решение задачи ищется по методу функций Грина с использованием интегрального преобразования Лапласа по времени и разложения искомых функций в тригонометрические ряды Фурье по синусам и по косинусам.

Оригиналы изображений Лапласа определяются с помощью таблиц операционного исчисления.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №17-08-00663).

Список литературы

1. Tarlakovskii D.V., Vestyak V.A., Zemskov A.V. Dynamic Processes in Thermoelectromagnetoelastic and Thermoelastodiffusive Media // Encyclopedia of thermal stress, volume 2, C-D, Springer Dordrecht Heidelberg New York London, Springer reference. 2014. – pp. 1064 – 1071.

2. N A Zverev, A V Zemskov, D V Tarlakovskii. One-dimensional problem of piezoelectric electromagnetic diffusion for a layer // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – No 1129. – 012040.

3. Земсков А.В., Тарлаковский Д.В. Постановка одномерной задачи термоэлектромагнитоупругой диффузии // Материалы XXIV Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. Т.2. - М.: ООО «ТРП», 2018. – с. 157-163.

4. Deswal S., Kalkal K. Electromagneto-thermodiffusive problem for short times without energy dissipation // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2013. – Vol. 86, No. 3. – P. 705-715.

5. Kumar R., Chawla V. Fundamental Solution for the Plane Problem in Magnetothermoelastic Diffusion Media // CMST. – 2013. – Vol. 19, No 4. – P. 195-2077.

Определение коэффициента интенсивности скорости деформации в процессе осадки трехслойной жесткопластической полосы при различных режимах трения

Идрисов Д.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Лямина Е.А.
МФТИ, Москва
idrisov.dim@mail.ru

В данной работе рассматривается процесс осадки трехслойной полосы между параллельными шероховатыми плитами в условиях плоско деформированного состояния, где внутренний слой является упрочняющимся жесткопластическим телом, а слои, примыкающие к плитам, идеально жесткопластическими.

Решение для случая, когда все слои идеально жесткопластические, получено в [1], для идеально жесткопластической упрочняющейся полосы в [2,3] и для многослойной полосы в [4,5].

В [6] получено решение для процесса осадки полосы, состоящей из двух слоев идеально жесткопластического материала, примыкающих к плитам, и внутреннего жесткопластического упрочняющегося слоя. В зависимости от того, какой именно режим трения реализуется, эквивалентная скорость деформаций будет иметь сингулярный вид на границе контакта слоев или же на границе с плитой. При этом принимался достаточно общий закон изотропного упрочнения. Получены аналитические значения коэффициента интенсивности скорости деформаций (КИСД) для случая, когда коэффициент трения на соответствующей границе равен 1.

КИСД контролирует интенсивность пластической скорости деформации и накопленной деформации в непосредственной окрестности поверхности трения, а также контролирует процесс формирования узкого слоя с сильно измененными свойствами в окрестности поверхностей трения при обработке давлением. Интенсивная пластическая деформация, возникающая вблизи поверхностей трения из-за сингулярного поля скоростей, оказывает влияние на образование ультрамелкозернистых слоев вблизи этих поверхностей [6,7], такие материалы чрезвычайно перспективны для применения в качестве конструкционных материалов.

В данной работе выполнено численное моделирование процесса осадки, где внутренняя полоса предполагается жесткопластическим и упрочняющимся по закону Свифта [8], в результате получены численные значения эквивалентной скорости деформаций при различных режимах трения. Используя полученные значения эквивалентной скорости деформаций, рассчитаны значения КИСД для различных режимов трения, а также при различных коэффициентах трения.

Из полученных результатов следует, что в процессе осадке трехслойной полосы с упрочняющимся жесткопластическим слоем значение КИСД снижается в разы по сравнению со случаем, когда все три полосы предполагаются идеально жесткопластическими [9], соответственно, процесс образования ультра мелкозернистых слоев вблизи этих поверхностей трения будет менее интенсивным.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 17-08-01063.

Список литературы

1. Хилл Р. Математическая теория пластичности. М.: Гостехиздат, 1956. 407 с.

2. Дудукаленко В.В., Ивлев Д.Д. О сжатии полосы из упрочняющегося пластического материала жесткими шероховатыми плитами // Докл. АН СССР. 1963. Т. 153. № 5. С. 1024–1026.

3. Быковцев Г.И. О сжатии анизотропно упрочняющегося пластического слоя шероховатыми плитами // Докл. АН СССР. 1964. Т. 157. № 1. С. 66–68.

4. Alexandrov S., Mishuris G., Miszuris W. An analysis of the plane-strain compression of a three layer strip // Arch. Appl. Mech. 2001. V. 71. № 8. P. 555–566.

5. Alexandrov S., Tzou G.Y., Huang M.N. Plane strain compression of rigid/perfectly plastic multi-layer strip between parallel platens // Acta Mech. 2006. V. 184. № 1–4. P. 103–120.

6. Александров С.Е, Гольдштейн Р.В.Исследование процесса осадки трехслойной жесткопластической полосы между параллельными плитами // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2014. № 6. С. 120-131.

7. Griffiths B.J. Mechanisms of white layer generation with reference to machining and deformation processes // Trans. AMSE J. Trib. 1987. V. 109. P. 525–530.

8. Rees D.W.A. Basic engineering plasticity. Oxford: Butterworth- Heinemann. 2006.

9. Alexandrov S.,Kuo C.-Y., Jeng Y.-R. A numerical method for determining the strain rate intensity factor under plane strain conditions // Continuum Mech. Thermodyn. 2016. V. 28. P. 977–992.

Анализ современных технологий изготовления авиационных зубчатых колес

Караванова А.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Калашников А.Е.
Московский Политех, Москва
ggglilo@mail.ru

В современных конструкциях авиационных агрегатов, узлов, деталей широко используют зубчатые колеса следующих передач: цилиндрические с прямыми и криволинейными зубьями, колеса внешнего и внутреннего зацепления, и конические с прямыми и криволинейными зубьями. Точность зубчатых колес достигает 5-й степени, а в перспективных изделиях – 4-й степени (по ГОСТ 1 41671-91, ОСТ 1 41667-89). Высокая точность изготовления по всем нормам передач способствует исключению концентрации нагрузок на локальных участках поверхности зубьев. Высокое качество химико-термического упрочнения зубьев при нагреве до температуры 500… 600°С, отсутствие

дефектов, заданная твердость сердцевины и несущего слоя; высокое качество поверхностного слоя; заданная шероховатость поверхности зубьев Ra ≥ 0,2 мкм. Применяемая цементация зубьев, с твердостью поверхности НКС 58...62. Имеет ряд недостатков: значительные деформации и усадки, которые обусловлены высокой температурой процесса (900…950 °С) и трудностями обеспечения управления процессом из-за непостоянства химического состава материала. Деформации и усадки вызывают при необходимом окончательном зубошлифовании снятие большого припуска (0,2...0,25 мм) с боковых поверхностей зубьев. Дефекты: шлифовочных прижогов, напряжений растяжения и трещин. Твердость сердцевины HRC 39...42,5 затрудняет точную обработку внутренних поверхностей и шлицевых венцов лезвийным инструментом. Выбор температур ионного азотирования в интервале 500...550 °С имеет более низкую температуру, интенсивность образования азотированного слоя снижается вследствие уменьшения диффузионной подвижности азота в насыщаемой стали. Шероховатость поверхности после ионного азотирования практически не изменяется. В поверхностном слое образуются остаточные напряжения сжатия, что является положительным фактором при усталостных видах нагружения деталей. Используется зубошлифование в качестве предварительной операции, а зубохонингование — в окончательной, выполняемой после ионного азотирования. Шлифование поверхностей зубьев, снятие припуска (0,2...0,25 мм) выполняется на материале, твердость поверхности которого равна твердости сердцевины, которое снизит требования к качеству поверхностного слоя и исключит операцию низкотемпературного стабилизирующего отпуска, шероховатость поверхности зубьев после зубошлифовании Ra = 0,4 мкм. Зубохонингование, припуск (0,005...0,010 мм), позволяет исправить погрешности профиля и направления зубьев, уменьшить биение зубчатого венца и разность окружных шагов. В случае необходимости зубохонингование можно применять для модификации (нормированного отклонения поверхности от теоретической формы) и получать шероховатость поверхности зубьев Ra = 0,1 мкм.

Структурные трансформации углеродных аэрогелей в процессе деформирования

Клявлина А.И., Рысаева Л.Х.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Баимова Ю.А.
БашГУ, Уфа
alsou1961@yandex.ru

Различные углеродные наноструктуры со сложной геометрией представляют большой интерес из-за новых физических, механических и электронных свойств. Многообещающие результаты были получены для трехмерных углеродных структур различной морфологии, таких как скомканный графен, углеродные аэрогели, алмазоподобные фазы и др. Графеновые аэрогели или ячеистые сотовые структуры представляют собой многообещающий новый класс материалов, поскольку они объединяют свойства графена, но при этом демонстрируют новые свойства, как материалы со сложной архитектурой, причем их свойства можно настраивать путем изменения их морфологии. Среди таких структур интерес представляют ячеистые материалы на основе графеновых нанолент. Идея создания такой морфологии довольно проста и основана на морфологии самого графена – атомов углерода, расположенных в гексагональной решетке. Как было показано экспериментально, эти структуры устойчивы и могут быть получены на основе графита. Одним из важных преимуществ аэрогелей является высокая емкость сорбции водорода, что позволяет прогнозировать их использование при хранении и транспортировке водорода. Ожидается, что их механические, проводящие и сорбционные свойства также будут интересны с практической точки зрения.

В настоящей работе влияние структурных особенностей на устойчивость углеродной ячеистой структуры исследуется методом молекулярной динамики (МД). Моделирование проводится для изучения деформационного поведения этой структуры. Все структуры и их свойства были изучены с использованием пакета программ LAMMPS, где взаимодействие между атомами углерода описывается потенциалом межатомного взаимодействия AIREBO.

Компьютерное исследование напряженно-деформированного состояния труб пароперегревателей из стали 12Х1МФ котла высокого давления

Ковыдин С.А., Абалихина О.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воронин С.В.
Самарский университет, Самара
Cepera9z6@mail.ru

Введение. В настоящее время отсутствуют объективные критерии оценки остаточного ресурса труб пароперегревателей из стали 12Х1МФ котлов высокого давления, используемых в теплоэнергетике. Данные трубы эксплуатируются в условиях высокотемпературного окисления, что в свою очередь вынуждает значительно увеличить частоту вырезок с целью наблюдения за скоростью роста опасных изменений структуры и коррозионных повреждений металла. Высокотемпературное окисление не предоставляет возможности полностью использовать ресурс жаропрочности применяемых сталей, так как при выявлении коррозионных трещин менять трубы приходится задолго до исхода запаса длительной прочности.

Поэтому целью данной работы являлась разработка методики подхода для определения эквивалентного напряжения в стенке трубы пароперегревателя в зависимости от температуры, давления установки и изменения геометрии и окалинообразования в процессе эксплуатации.

Методы. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Разработать методику построения конечно-элементных моделей образцов труб с учетом изменения геометрии и образования окалины в процессе эксплуатации.
2. Исследовать структуру и методом силовой зондовой микроскопии определить модуль упругости окалины, образовавшейся в процессе эксплуатации в трубах из материала 12Х1МФ, а также рассчитать модуль упругости основного материала 12Х1МФ в условиях температуры эксплуатации.
3. Определить влияние утонения стенок труб и образования слоя окалины на напряженно-деформированное состояние материала конечно-элементной модели образца.

В качестве объекта исследования были выбраны трубы пароперегревателей из стали 12Х1МФ диаметром 32 мм, с толщинами стенок 4; 4,5; 5; 6 мм. Из труб пароперегревателей были вырезаны поперечные образцы и произведены геометрические замеры диаметра, толщины стенки и окалины образовавшейся в процессе эксплуатации.

Затем исследуемые поверхности подвергались сканированию с помощью нанотвердомера «СуперНаноСкан». В ходе измерений было установлено, что модуль упругости основного металла имеет значения от 190 до 200 ГПа, а модуль упругости окалины от 135 до 145 ГПа.

Расчеты напряженно-деформированного состояния производились методом конечных элементов, в пакете программ инженерного анализа MSC.Nastran. В данном исследовании конечно-элементная модель представляет собой четвертую часть цилиндрической трубы с заданием соответствующих граничных условий симметрии закрепления и обладающей свойствами стали 12Х1МФ.

В результате проведенного конечно-элементного анализа были получены карты распределения напряжений и деформаций. При анализе картин напряженно-деформированного состояния конечно-элементной модели трубы выявлены поля повышенных напряжений, обусловленные утонением стенки и образованием окалины в процессе эксплуатации.

Решение задачи об изгибе балки с трещиной в рамках градиентной теории упругости

Короленко В.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Соляев Ю.О.
МАИ, Москва
korolenko.vmir@gmail.com

Рассмотрена задача определения несущей способности балки из хрупкого материала, имеющей краевую поперечную трещину. Для решения использована градиентная теория упругости. Решение задачи механики трещин в рамках градиентной теории позволяет определить конечное значение максимального напряжения, действующего в окрестности вершины трещины, что делает возможным определение коэффициента концентрации напряжений. Таким образом, при оценке несущей способности тела с трещиной применим традиционный критерий прочности. В решение входит масштабный параметр, который, как и критический коэффициент интенсивности напряжений в механике разрушения, определяется из эксперимента.

Проведены испытания на трехточечный изгиб образцов с несимметричной краевой поперечной трещиной. Образцы изготовлены из эпоксидной смолы. С помощью фрезерного станка с ЧПУ тонким алмазным диском на образцы нанесены предварительные надрезы. Затем в вершине надреза создана искусственная трещина с помощью бритвенного лезвия. Измерение длины трещины осуществлялось с помощью оптического микроскопа. Испытания проводились на разрывной машине с применением оснастки для трехточечного изгиба. По полученным из эксперимента величинам разрушающей нагрузки в рамках линейной механики разрушения определен критический коэффициент интенсивности напряжений. Также определены величины масштабного параметра. Из решения в рамках градиентной теории упругости найден коэффициент концентрации напряжений и оценена несущая способность балки. Полученные данные позволяют сравнить решение, полученное с помощью обобщенной теории упругости с решением, полученным в рамках линейной механики разрушения и с экспериментальными данными.

Электронный блок для управления десульфатором свинцово-кислотных аккумуляторов

Косарева М.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
МАИ, Москва
Milena.kosareva.04@bk.ru

Нерешенной технической проблемой является сульфатация кислотно-свинцовых аккумуляторов. С позиции химии процесс сульфатации объясняется взаимодействием свинца в аккумуляторных пластинах с концентрированной серной кислотой. В результате на пластинах образуется диэлектрик сульфат свинца II, который препятствует прохождению электрического тока не только во время разряда аккумуляторной батареи, но и в процессе зарядки. Получается, что сульфатированный аккумулятор нельзя зарядить, поэтому его приходится утилизировать или просто выбрасывать, а взамен покупать новый. Причин сульфатации аккумулятора много, но главная – хранение в разряженном пассивном состоянии. В автомобильной технике аккумулятор в среднем работает надежно 3-5 лет, а потом начинает давать сбои, в том числе из-за сульфатации. Цена нового аккумулятора колеблется от трех до пяти тысяч рублей. Есть организации, которые восстанавливают сульфатированные аккумуляторы, но проще и дешевле купить новый. Сами автомобилисты обычно не занимаются десульфатацией из-за сложности процесса. Особенно сложна для обычных автолюбителей электронная схема и электронный метод этого процесса.

Импульсный метод десульфатации свинцово-кислотного аккумулятора предложен в научной статье в журнале «Электрохимическая энергетика». По этой актуальной проблеме есть много научных работ, но эффективного метода борьбы с сульфатацией свинцово-кислотных аккумуляторов не найдено.

Первой задачей моей научно-исследовательской работы стал анализ электронной схемы десульфатора. В этой схеме пять основных блоков.

Первый блок – это двухполупериодный выпрямитель на основе диодного моста с очень мощным емкостным фильтром от пульсаций выпрямленного электрического тока. Общая электроемкость фильтра равна 4400 мкФ, то есть 4,4 мФ. Радиотехники обычно применяют грубые правила расчетов, выработанные за долгое время практики. Вот одно из таких правил: если нужно сгладить пульсации выпрямленного тока силой 1 мА, то для этого требуется емкостной фильтр 1 мкФ. Примененный автором емкостной фильтр спокойно можно применять при скачках силы тока десульфатации и заряда до 4,4А.

Второй блок – это устройство стабилизации напряжения питания микросхемы-таймера серии 555 на основе микросхемы серии 7812, обеспечивающей стабилизацию выходного напряжения 12В при скачках входного напряжения после диодного моста и емкостного фильтра от 12В до 18В. Эту схему можно заменить аналогом КРЕН.

Третий блок – это микросхема-таймер серии 555. Это тактовый генератор коротких импульсов напряжения. Частота импульсов обеспечивается управляющим резистором 220К, а длительность импульсов определяется конденсатором 10нФ. Этот резистор и этот конденсатор стали объектом моего исследования, а предметом изучения стали характеристики выходных импульсов микросхемы-таймера серии 555.

Четвертый блок – это радиодетали, обеспечивающие заданный режим работы микросхемы-таймера серии 555, которые я изучаю особенно подробно. Это блок управления таймером

Пятый блок – это мощный силовой полевой транзистор-коммутатор типа IRFZ44N.

Таким образом, я определила для себя основное направление исследования – характеристики блока управления таймером.

Лабораторная установка была приготовлена к исследованиям. Для достижения цели работы сначала мне надо было решить две задачи.

1. Определить зависимость частоты следования импульсов десульфатора от управляющего сопротивления, которое можно удобно изменять на лабораторной установке декадными переключателями от 0 до 1000К практически с любым шагом, вплоть до 0,1 Ом.

2. Определить зависимость длительности одиночного импульса десульфатора от величины електроемкости конденсатора, которую можно удобно изменять на лабораторной установке от 0 до 10 мкФ с шагом 10 нФ. Это грубо, нужен меньший шаг изменения электроемкостей, но на первом этапе исследования приемлемо.

3. Определить основные особенности переходных процессов в импульсах и сформировать требования к этим процессам, чтобы не нарушить работоспособность микросхемы-таймера серии 555.

4. Сделать выводы по экспериментальным данным, представить результаты исследований в иллюстративной форме.

Частотные характеристики позволили определить требуемое сопротивление реостата. Расчетный режим работы с частотой 30 кГц будет при сопротивлении 15 кОм. Меньше 10 кОм сопротивление реостата нет смысла делать, потому что частота превысит 40 кГц. Более 30 кОм сопротивление делать не надо, потому что увеличивается скважность сигнала и уменьшается коэффициент заполнения, то есть сигнал постепенно перестает быть различимым, поэтому его влияние на десульфатацию уменьшится. В десульфаторе достаточно регулировать сопротивление реостата от 10 кОм (частота 40 кГц) до 30 кОм (частота 17 кГц). Более детально был изучен расчетный режим работы десульфатора на частоте 30 кГц, как в прототипе.

Разработка технологии выдавливания роликов из нескольких прутковых заготовок

Крутиков П.В., Самсонов Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ларин С.Н.
ТулГУ, Тула
Peter212@yandex.ru

Выдавливание является одной из наиболее прогрессивных и технологичных операций в сфере обработки металлов давлением. В настоящее время качественное развитие указанного способа металлообработки является приоритетной задачей технологов, конструкторов и ученых, занимающихся проблемами оптимизации и развития промышленного комплекса страны.

В ходе исследований было установлено, что одним из важнейших факторов, влияющих на экономическую эффективность процесса выдавливания, является возможность существенно расширить номенклатуру получаемых за одну операцию деталей. Обнаружено, что крайне мало технологических решений, опирающихся на использование процесса выдавливания (в частности холодного выдавливания), могут предложить нам получение деталей с относительной высотой (отношения высоты заготовки к ее диаметру) более 2. Заметим, что традиционные способы холодного выдавливания тонкостенных заготовок не позволяют получать детали типа «ролик» без введения в технологический процесс дополнительной операции. Разработка технологии выдавливания роликов из нескольких прутковых заготовок позволит получать детали с улучшенными механическими характеристиками с существенным экономическим эффектом.

На базе кафедры МПФ в Тульском государственном университете была разработана и опробована технология получения роликов холодным выдавливанием с применением нескольких заготовок в одной операции. Экспериментальные исследования проводились на гидравлической разрывной машине с использованием универсальной штамповой оснастки, позволяющей за короткий промежуток времени менять конфигурацию инструмента, что дало возможность построить статистическую модель для предлагаемой технологии выдавливания.

Важно отметить, что проведенные исследования позволяют разработать универсальный технологический процесс получения роликов из прутковых заготовок без применения операций отрезки или пробивки дна. Испытания проводились с использованием медных, латунных, алюминиевых и оловянных заготовок. В ближайшее время планируется проведение полноценного эксперимента с использованием в качестве материала для заготовок конструкционных сталей.

Суть предлагаемого технологического процесса заключается в одновременном деформировании двух и более заготовок, что позволит получать детали типа «ролик» при деформировании первой

заготовки второй. Крайне важно правильно учитывать скоростно-силовые параметры при выдавливании, а также геометрию инструмента.

Подобные технологии позволят добиться значительного экономического эффекта в различных отраслях промышленности, в том числе и в авиационной. Совершенствование способов холодного выдавливания металлов является важной технико-экономической задачей представляемой работы.

Балочный микроканальный резонатор как детектор массы наночастиц в протекающем потоке жидкости

Ледовская Ю.С.
Научный руководитель — Лукин А.В.
СПбПУ, Санкт-Петербург
ledovskaja.julia@yandex.ru

Одним из интенсивно развивающихся направлений применения нано- и микросистемной техники (НМСТ) является создание аналитических систем для исследования биологических объектов в естественном состоянии. Ключевыми элементами подобных систем являются микрофлюидные устройства, используемые для манипуляции микро- и нанообъектами в каналах с жидкостью. Развитие микрофлюидики привело к появлению приборов, в которых осуществляется воспроизводимое управление нано- и пиколитровыми объемами жидкости [1]. Одной из важных функций микрофлюидных чипов является определение массы нано- и микрочастиц [2,3]. Для достижения этой цели могут быть использованы микроканальные резонаторы, осуществляющие упругие колебания при управлямом внешнем возбуждении.

В настоящей работе выполняется построение и исследование математической модели балочного микроканального резонатора с электростатическим принципом возбуждения колебаний, предназначенного для определения массы наночастиц, движущихся в потоке протекающей по каналу резонатора жидкости. Выводятся уравнения нелинейных колебаний резонатора, учитывающие его распределенную упругость; наличие кориолисовых и центробежных сил, действующих на резонатор со стороны протекающей жидкости; сосредоточенную инерционную нагрузку со стороны наночастицы, а также пондеромоторные силы электростатического возбудителя колебаний. Для качественного изучения задач динамики и устойчивости рассматриваемой связанной электро-гидроупругой системы используются методы модальной дискретизации нелинейных распределенных систем, а также численные методы теории бифуркаций. Исследуется задача о малых колебаниях резонатора в окрестности нетривиального положения равновесия. Определяется зависимость собственных частот резонатора от скорости потока жидкости, величины и расположения наночастицы в канале, силы электрического поля. Исследуется проблема упругой устойчивости резонатора при наличии неконсервативных сил. Предлагается алгоритм определения массы наночастицы по регистрируемым изменениям спектральных свойств системы.

Список литературы

1. Кухтевич И.В. Микрофлюидные чипы для исследования биологических объектов методами микроскопии высокого разрешения. Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2012. №1 (77).

2. Zhang Wen-Ming et.al. A measurement criterion for accurate mass detection using vibrating suspended microchannel resonators. Journal of Sound and Vibrations. 2017. № 403.

3. Wang Lin et. al. Vibration analysis of suspended microchannel resonators characterized as cantilevered micropipes conveying fluid and nanoparticle. Microsystem Technologies. 2019. № 25.

Изменение прочностных характеристик цилиндрической детали в процессе вытяжки

Манаенков Д.А., Ипполитов А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Типалин С.А.
Московский Политех, Москва
kosmach00@gmail.com

Вытяжка деталей является одной из самых распространенных операций. При этом в процессе вытяжки происходит изменение толщины материала [1, 2].. Изменение толщины имеет неравномерный характер. Утонение материала наблюдается на донной части заготовки и цилиндрической [3, 4]. Наибольшее утонение наблюдается при переходе торового участка к цилиндрическому. Однако на фланце заготовки происходит увеличение толщины, так как окружные

деформации происходят очень интенсивно и часть материала не успевает перетечь в радиальном направлении.

Как показывает практика, упрочнение материала зависит от интенсивности деформации. При этом, согласно теории единой кривой, упрочнение связано с деформацией по одному закону, как для растяжения, так и для сжатия.

В связи с этим, зная, какую деформацию претерпела любая материальная точка, можно получить изменение ее свойств в условиях упрочнения материала[4].

Особенный интерес представляет изменение свойств материалов при утонении отдельных участков. При этом нужно учитывать, что при деформации часто имеют место конкурирующие тенденции:

• Материал утоняется в процессе деформации;

• Материал упрочняется в процессе деформации.

В результате для эксплуатации нужно знать, насколько изменится прочность конструкции в процессе формоизменения деталей в штампе при холодной пластической деформации.

Вычисляя интенсивность деформации на каждом участке и численно определяя утонения материала, получили зависимость максимальной силы, при которой прочность конструкции может нарушится. Выяснено, что несмотря на утонения металла в детали в виде цилиндрического стаканчика, прочность изделия из-за упрочнения повышается.

Список литературы

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. 6-е изд – Л.: Машиностроение, 1979.
2. Шпунькин Н:Ф., Типалин С.А. Технологичность штампованных листовых деталей / Учебное пособие. – М. Университет машиностроения, 2015- 72 с.
3. Шпунькин Н.Ф., Типалин С.А. Основы расчета параметров штамповки листовых деталей и оценка их технологичности / Учебное пособие: – М. Университет машиностроения, 2016- 186 с.
4. Типалин С.А. Шпунькин Н.Ф., Никитин М.Ю., Сапрыкин Б.Ю. Типалина А.В. Штамповка детали типа «кожух» из шумопоглощающего материала / Материалы 65-ой Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) "Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров" Международного научного симпозиума «Автотракторостроение – 2009». Книга 6, Москва, МГТУ «МАМИ», 2009 г. С.90-95.

Моделирование процесса коробления коленчатых валов при чеканке галтелей

Мирзахамдамов О.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Емельянов В.Н.
НовГУ, Великий Новгород
odiljon1994@bk.ru

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование процесса коробления коленчатых валов (КВ) с одной шатунной шейкой (ШШ) при ударной чеканке галтелей и разработка компьютерной программы, адекватно описывающей этот процесс.

В качестве объекта исследования выбран КВ, имеющий одну ШШ диаметром 47,2 мм. Диаметр коренных шеек (КШ) равен 50,5 мм. Радиус кривошипа r = 40,15 мм. Щеки вала имеют толщину 20,5 мм и 19 мм. Радиус галтелей КШ равен 2,5 мм, радиус галтелей ШШ – 2 мм. Расстояние между опорами L = 95,5 мм. Материал – высокопрочный чугун ВЧ 45.

Эксперименты проводились при последовательной чеканке галтелей. Галтели обрабатывались вручную с помощью бойка со сферической головкой (диаметр сферы – 4 мм) и молотка массой около 800 г в последовательности 1 – 2 – 3 – 4. Величина и направление вектора биения КВ измерялись после обработки каждой галтели с помощью индикатора. Величина и направление вектора коробления КВ от обработки каждой галтели подсчитывались как разность векторов биений после и до обработки данной галтели. Перед началом эксперимента исходное биение КВ $\delta_{исх}$ составляло (+0,03) мм. После ударной чеканки галтелей 1 – 4 окончательное биение КВ $\delta_{кон}$ составило (– 0,03) мм. Суммарная величина коробления КВ после чеканки всех четырех галтелей $\delta_{сумм}$ составила 0,06 мм.

Разработана компьютерная программа, с помощью которой возможно рассчитать ожидаемые величину и направление коробления КВ, а также подобрать такую комбинацию режимов чеканки упрочняемых галтелей, при которой величина суммарного коробления КВ будет минимальна.

В рабочее окно описанной программы были введены характеристики КВ, а также режимы ручной чеканки. Расчетная суммарная величина коробления КВ после чеканки всех четырех галтелей $\delta_{сумм}$

= – 0,059 мм. Несовпадение экспериментальных и теоретических точек составляет в среднем 28%. Результат можно признать удовлетворительным с учетом того, что чеканка галтелей осуществлялась вручную. Следовательно, разработанная программа удовлетворительно описывает процесс коробления КВ.

Таким образом, после ударной чеканки всех четырех галтелей КВ возникает значительное (недопустимое) коробление. Очевидно, необходимо обработать галтели с различными режимами чеканки, подобрав их комбинацию таким образом, чтобы свести величину суммарного коробления КВ к возможному минимуму. С помощью описанной программы была выбрана следующая комбинация: галтель 1 – Эу=20 Дж; галтель 2 – Эу=40 Дж; галтель 3 – Эу=40 Дж; галтель 4 – Эу=20 Дж. При такой комбинации величина суммарного коробления КВ δсумм составила около 0,01 мм, что является приемлемым.

Таким образом, с помощью разработанной компьютерной программы возможно следующее:

а) еще на стадии проектирования операции упрочнения галтелей КВ ударной чеканкой рассчитать ожидаемые величину и направление коробления, а также подобрать такую комбинацию режимов упрочняемых галтелей, при которой величина суммарного коробления будет минимальна;

б) производить компьютерное исследование влияния различных факторов на величину коробления КВ с одной шатунной шейкой с любой комбинацией размеров их конструктивных элементов и из любого металла, что в принципе невозможно исследовать экспериментально.

Влияние адгезии при качении цилиндра по вязкоупругому слою

Мифтахова А.Р.
Научный руководитель — академик, д.ф-м.н. Горячева И.Г.
МФТИ, Москва
mif-almira@yandex.ru

Рассматривается плоская задача о качении жесткого цилиндра по основанию, состоящему из вязкоупругого слоя и жесткой полуплоскости. Вязкоупругий слой в нормальном и касательном направлениях моделируется телом Кельвина. Учитываются силы адгезионного притяжения на входе и выходе из области контакта, для описания адгезии в этих зонах используется полная форма межмолекулярного потенциала Леннарда-Джонса. Целью работы является изучение влияния скорости качения цилиндра и характеристик вязкоупругого слоя на распределение нормального и касательного напряжений в области контакта и адгезионного взаимодействия.

Процесс движения цилиндра считаем установившимся. При качении область контакта цилиндра и основания делится на зоны сцепления и проскальзывания. Нормальные и касательные перемещения связаны с соответствующими напряжениями с помощью соотношений для одномерной модели Кельвина. В работе предлагается метод расчета распределения нормального и касательного напряжений в области контактного взаимодействия. Проводится анализ влияния адгезии и свойств вязкоупругого слоя на распределение нормального и касательного напряжения в области контакта, а также на конфигурацию области контакта.

Для решения поставленной задачи используется метод определения нормальных и касательных напряжений, ранее описанный в [1, 2]. В [3] была рассмотрена задача о скольжении индентора по вязкоупругому основанию и проведено исследование влияния адгезионных свойств поверхностей на контактные характеристики и силу трения. Для описания молекулярного взаимодействия поверхностей была использована модель Мажи-Дагдейла. Взаимодействие индентора и упругого основания с адгезионным потенциалом произвольной формы было рассмотрено в [4].

Построена модель качения жесткого цилиндра по вязкоупругому слою, сцепленному с основанием, с учетом адгезионного взаимодействия поверхностей, описанного с помощью потенциала в форме Леннарда-Джонса. Получены распределения нормальных и касательных перемещений точек поверхности вязкоупругого слоя и определена конфигурация области непосредственного контакта и адгезионного взаимодействия.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-31-00441).

Список литературы

1. Горячева И.Г. Механика фрикционного взаимодействия // Москва: Наука. 2001. С. 480.

2. Мифтахова А.Р. Контактные задачи о качении с проскальзыванием для вязкоупругих тел // Трение и износ. 2018. Т. 39, № 1. С. 71–79.

3. Горячева И.Г., Губенко М.М., Маховская Ю.Ю. Скольжение сферического индентора по вязкоупругому основанию с учетом сил молекулярного притяжения // Изв. СО АН СССР, Прикладная механика и техническая физика (ПМТФ). 2014. № 1. С. 99–107.

4. Маховская Ю.Ю. Моделирование взаимодействия индентора с упругим полупространством при наличии адгезионного притяжения произвольного вида // Трение и износ. 2016. № 4. С. 393–400.

Снижение температурных деформаций станка за счет рационального расположения электродвигателей

Михрютин А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Михрютин В.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
sachom@yandex.ru

В современном машиностроении широкое распространение получили станки–обрабатывающие центры, в частности, токарные обрабатывающие центры, концентрирующие на одном станке операции точения, сверления, фрезерования и другие. Значительная часть рабочих органов станков совершает прямолинейные движения. Поэтому исследования в области конструирования таких приводов представляют значительный интерес.

В приводах линейного перемещения станков наиболее перспективно использовать линейные двигатели, однако ввиду их дороговизны распространение получили синхронные двигатели вращения с механическими передачами, преобразующими вращательное движение в поступательное. Используются, например, передачи зубчатым ремнем, зубчатые реечные передачи и шарико-винтовые пары (ШВП). Для привода вращения в таких передачах используются в основном синхронные электродвигатели. Большинство синхронных электродвигателей работает в режиме самоохлаждения. При этом все выделившееся тепло рассеивается через корпус электродвигателя. Значительная доля тепла отводится также через фланец электродвигателя и передается в станину. Для снижения нагрева станины ряд станкостроителей используют принудительное охлаждение корпусных деталей, например, компания Mori Seiki использует винты ШВП с осевым отверстием, через которое прокачивается охлаждающая жидкость. Охлаждающая жидкость прокачивается через опоры винта, винт и корпусную деталь, к которой присоединяется электродвигатель, тем самым предотвращая распространение тепла по корпусным деталям станка. У некоторых компаний реализована корректировка управляющей программы на основе измеренных температурных деформации и вносят.

При создании нового станка необходимо стремиться снизить температурные деформации за счет рационального расположения электродвигателей приводов подач. Исследования проводили для станка предложенной конструкции.

Ряд известных конструкций токарных обрабатывающих центров обладает недостаточной жесткостью. Поэтому был предложен токарный обрабатывающий центр новой конструкции.

Предложенный токарный обрабатывающий центр состоит из станины с продольными линейными направляющими оси Z, на которых установлен суппорт. Суппорт имеет поперечные линейные направляющие поперечных салазок оси X. Привод линейных перемещений суппорта и поперечных салазок осуществляется электродвигателями. На поперечных салазках смонтирован привод поворота шпиндельной инструментальной головки вокруг круговой оси B. В шпинделе инструментальной головки устанавливается инструмент.

Станина имеет дополнительные линейные направляющие оси Y, расположенные перпендикулярно линейным направляющим станины, а также линейным направляющим суппорта. В дополнительных линейных направляющих установлена шпиндельная бабка со шпинделем, на котором закреплен кулачковый патрон. Вращение шпинделя осуществляется относительно управляемой оси C. Геометрическая ось шпинделя S параллельна продольным линейным направляющим станины. В патроне закреплена обрабатываемая деталь. Привод линейных перемещений шпиндельной бабки осуществляется электродвигателем. Станок снабжен устройством автоматической смены инструмента, а также устройством числового программного управления, системами охлаждения, смазки и удаления стружки. Приводы вращения шпинделей интегрированы в конструкции шпиндельной инструментальной бабки и шпиндельной бабки соответственно.

Целесообразно расположить электродвигатель со стороны фиксирующей опоры как можно ближе к нулевой точке станка.

Возможны два варианта установки электродвигателей для осей Y и Z. По оси X возможен только один вариант установки электродвигателя. Для выяснения влияния температурных деформаций на

точность станка при разных расположениях электродвигателей были проведены вычисления. Расчеты показали, что целесообразно применять принудительное охлаждение электродвигателей.

Расчеты показали, что в условиях естественного охлаждения изменение расположения двигателя может снизить суммарное смещение вследствие температурных деформаций на 26%.

В результате проведенной работы предложена новая конструкция токарного обрабатывающего центра, на которую подана заявка на изобретение. Расчет конструкции по методу конечных элементов позволил выбрать наиболее рациональную конструкцию.

Исследование деформации металлических авиационных материалов методом корреляции фотоснимков их поверхности с учетом рельефа

Моргунова А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Рабинский Л.Н.
МАИ, Москва
iv.morgunov@yandex.ru

Важнейшей задачей в области механики является исследование авиационных материалов и их характеристик. Для изучения механизмов деформации материалов применяются различные методы. Одним из них является оптический метод корреляции цифровых изображений, основанный на анализе фотоснимков.

В работе исследованы процессы деформации растяжения металлических образцов из алюминия и алюминиевых сплавов. Исследование проводилось в комплексе и состояло из последовательных инструментальной и алгоритмической стадий: подготовки-испытаний, а также оценивания механических параметров образцов по цифровым фотоснимкам их поверхности методом корреляции изображений. Физический эксперимент проводился на электромеханической машине Instron 5985 и заключался в одноосном статическом растяжении и разрыве металлических образцов. При этом регистрировались диаграммы зависимости удлинения образца от действующего усилия, проводилась фотосъемка поверхности образца до, в процессе и после нагружения при равных условиях положения и освещения. Рельеф поверхности учитывался по данным измерений параметров шероховатости (Ra, Rz) в продольном и поперечном направлениях соответственно по 3-м и 5-ти маркированным участкам. С помощью матрицы площадных корреляций цифровых изображений по областям поиска определены перемещения эталонных участков внутри каждой из этих областей, сформировано соответствующее векторное поле. Методом корреляции цифровых изображений проведен анализ изменения полей деформаций по рельефу образца, а также оценена степень деформации. Сопоставление графиков измеренных параметров шероховатости и среднего квадратичного отклонения интенсивности изображения по маркированным направлениям показало сильную корреляционную зависимость рассматриваемых зависимостей.

На основе метода корреляции изучена деформация растяжения металлических образцов авиационных материалов: сформированы алгоритмы построения векторного поля перемещений, оценки компонент тензора дисторсии и интенсивности деформации сдвига, установлена статистически значимая взаимосвязь рельефа поверхности испытуемого образца с интенсивностью ее изображения на фотоснимках. Продолжение исследований представляется в установлении зависимости оценок компонент интенсивности деформаций сдвига, полученных методом корреляции цифровых изображений, с параметрами микротвердости.

Список литературы

1. Астапов А.Н., Бодрышев В.В., Моргунова А.А. Методы анализа структуры материала с применением цифровой обработки изображения // Тезисы докладов V Международного научного семинара «Динамическое деформирование и контактное взаимодействие тонкостенных конструкций при воздействии полей различной физической природы». –М.: МАИ, 2016, стр.18–21.

2. Бодрышев В.В., Моргунова А.А. Метод цифровой обработки изображений для идентификации размеров и концентраций фаз композиционных материалов // Тезисы докладов XLIII Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения – 2017» – М.: МАИ, 2017, стр.348.

3. Бодрышев В.В., Моргунова А.А. Оценивание геометрических характеристик наноразмерных частиц оксидов металлов методом цифрового анализа изображений // Тезисы докладов 16-ой Международной конференции «Авиация и космонавтика — 2017» – М.: МАИ, 2017, стр. 467–468.

4. Булычев Н.А., Казарян М.А., Ерохин А.И., Аверюшкин А.С, Рабинский Л.Н., Бодрышев В-В., Гарибян Б.А. Анализ структуры адсорбционных слоев полимеров на поверхности микрочастиц оксидов металлов с применением цифровой обработки изображений // Технология металлов. – 2018. – Т. 9. – С. 39–47.

5. Содушкин А.И., Кибиткин В.В., Плешанов В.С. Модифицированный алгоритм расчета поля векторов смещений для оценки деформации // Известия ТПУ. – Томск: 2011. – Т. 318, № 5: Управление, вычислительная техника и информатика. — С. 48-51.

6. Филиппов А.В., Проскоков А.В. Исследование процесса стружкообразования при резании металлов методом цифровой корреляционной спекл-интерферометрии // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, сер. «Машиностроение». – М.: 2014, №2. – С. 100-113.

Анализ влияния скоростного режима подвижных нагрузок на зону тени за сейсмическим пустотелым барьером

Низамаев Т.М.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Кузнецов С.В.
НИУ МГСУ, Москва
zaqwsx27@mail.ru

В первой части работы рассматривается распространение волнового поля при четырех типах скоростях нагрузок:

Дозвуковая скорость v<C(r) (0,617);

Первый сверхзвуковой диапазон C(r) (0,617)<v<C(s) (0,71);

Второй сверхзвуковой диапазон C(s) (0,71)<v<C(p) (1);

Третий сверхзвуковой диапазон (transonic velocity) C(p) (1)<v.

Проводится анализ длины распространения колебаний от оси движения нагрузок и максимальных магнитов колебаний при различных типах скоростей.

Во второй части работы в расчетную 3D-модель добавляется траншейный барьер вдоль всей оси движения нагрузок. Известно, что при данной постановке задачи за барьером образуется зона тени, в которой колебания волнового поля минимальны.

Поставлена задача проследить зависимость изменения размеров данной зоны от типов скорости движения нагрузок.

Постановка задачи основана на работах, посвященных влиянию пустотелого траншейного барьера на распространение волнового поля за его границей с помощью конечноэлементных плоских моделей [1,2], а также на работах [3,4], в которых рассматривались барьеры конечной глубины с возникающей зоной тени за их границами.

Список литературы

1. Itoh K., Zeng X., Koda M., Murata O., and Kusakabe O. Centrifuge Simulation of wave Propagation due to Vertical Vibration on Shallow Foundations and Vibration Attenuation Countermeasures // Journal of Vibration and Control, 2005, No. 11, pp. 781-800.

2. Yang, Y.B., Hung, H.H., and Chang, D.W. Train-Induced Wave Propagation in Layered Soils Using Finite/Infinite Element Simulation // Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2003, vol. 23, pp. 263-278

3. Bornitz G. Uber die Ausbreitung der von Grozklolbenmaschinen erzeugten Bodenschwingungen in die Tiefeю Springer-Verlag, Berlin, 1931.

4. Barkan D.D. Dynamics of Bases and Foundations, McGraw-Hill, New York, 1962. 434p. (Russian edition, 1948).

Терморасширенный графит как материал второго порядка

Окатьев Р.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Зубко И.Ю.
Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь
okatjevrs@gmail.com

Терморасширенный графит (ТРГ) – это уникальный материал, который обладает высокой термической и химической стойкостью, низким коэффициентом трения, высокими упругими свойствами. Уплотнительные элементы из терморасширенного графита находят применение в различных областях техники и промышленности, так как они пригодны для эксплуатации в различных агрессивных жидких и газовых средах. В связи с этим актуальной является задача описания механического поведения изделий из терморасширенного графита.

В работе рассматривается уплотнительное кольцо из терморасширенного графита, которое производится путем сворачивания в кольцо графитовой фольги. По этой причине полагается, что рассматриваемое изделие является трансверсально изотропным упругим телом с осью анизотропии,

направленной по радиусу в цилиндрической системе координат, что соответствует изотропии свойств в слое фольги.

При эксплуатации наблюдается появление дефектов в изделии в локализованной области, находящейся на ненулевом расстоянии от кромки образца. Известно, что локализованные решения можно получать, используя градиентные модели теории упругости. В качестве масштабного параметра модели кольца из ТРГ может быть выбрано отношение расстояния между слоями графита к радиусу образца.

Рассматривается задача о статическом нагружении уплотнительного кольца и терморасширенного графита в градиентной постановке. На внутреннем и внешнем радиусах кольца задаются условия трения, причем коэффициент трения полагается малым. Сравниваются решения в изотропной градиентной и трансверсально-изотропной классической постановках. Оценивается влияние градиентных упругих модулей и масштабного параметра на решение задачи.

Разработка двухоперационного технологического процесса холодного пластического формообразования монтажных частей водоотводных трубопроводов

Поцелуев К.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Панфилов Г.В.
ТулГУ, Тула
constantin.potseluev@yandex.ru

В настоящее время все большее значение в различных отраслях народного хозяйства приобретают быстровозводимые металлические конструкции, монтируемые из профилированных секций. В частности, широко применяются различные варианты металлических сборных гофрированных водоотводных трубопроводов, прокладываемых вдоль железнодорожных и автомагистралей, зернохранилищ башенного типа, а также других спортивных, сельскохозяйственных и промышленных сборных сооружений.

Анализ рынка показал, что основными поставщиками указанной трубной продукции являются: «Трубная металлургическая компания», «Объединенная металлургическая компания», Челябинский трубопрокатный завод», акционерное общество «Северсталь», ЗАО «Гофросталь», международная фирма «Виа Кон Технология», а также ОАО «Алексинстройконструкция», с которым имеются договоренности и предварительное соглашение о намерениях по совместному проведению НИР по тематике данного проекта. Проанализирована стоимость с учетом НДС за тонну гофрированных металлических сборных труб в зависимости от различных параметров, а также распределение этой стоимости по отдельным элементам и составляющими технологии изготовления. Из представленного видно, что значительную долю цены представляет стоимость крепежного метиза, то есть болтов и гаек со сферическими опорными поверхностями, изготавливаемого по специальным заказам. Также, при этом, возникают определенные сложности с проведением сборочных работ.

Предлагается заменить дорогостоящий специальный метиз обычными стандартными болтами и гайками, добавив в соединение разработанную конструкцию сферической шайбы, изготавливаемую из некратных отходов листа после его раскроя на карты-заготовки волнообразных профилированных секций. Экспериментально установлено, что применение рассматриваемых исследований позволяет значительно компенсировать погрешности соосности монтажных отверстий и прочих конструктивных элементов изготовленных секций. Это обеспечивается возможностью радиального смещения шайбы относительно пары болт-гайка, исключая угловые отклонения этой пары при затяжке и повышая плотность и прочность соединения.

В результате проведенного комплекса теоретических, экспериментальных и технологических исследований был предложен процесс холодного деформирования деталей типа «шайба», имеющих сферические части, в начале производится вырубка контура, далее идет формоизменение округлой формы и кольцевой части, на второй операции идет деформация шайбовидной части. Для реализации разработанного двухоперационного технологического процесса был спроектирован двухрядный двухпозиционный автоматизированный штамп, предусматривающий отработку технологических режимов процесса и изготовление относительно небольших партий. Отличительными патентоспособными признаками данного штампа являются оригинальные конструкции таких подвижных регулируемых узлов штампа как: механизм захвата полосы при загрузке; механизм перемещения полосы в рабочей зоне штампа с «ломающимся» подающим рычагом; подпружиненная и имеющая вертикальное перемещение направляющая планка.

Исследование межслоевой прочности композиционных материалов на основе алюмостеклопластика

Прокудин О.А., Добрянский В.Н.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Соляев Ю.О.
МАИ, Москва
Prokudin_7713@mail.ru

Композиционные материалы на основе алюмостеклопластика применяются в конструкциях летательных аппаратов и характеризуются повышенной стойкостью к развитию усталостных трещин, повышенной ударопрочностью, огнестойкостью, более высокой удельной прочностью по сравнению с алюминиевыми сплавами. Эти материалы представляют собой слоистые композиты, образованные чередующиеся слоями из алюминиевых сплавов и стеклопластика.

Основной задачей настоящей работы было определение межслоевой прочности материала. Межслоевая прочность оценивалась путем проведения испытания на трехточечный изгиб образцов с различным количеством слоев и различным расстоянием меджу опорами. На образцах с количеством слоев 3/2 (3 слоя алюминия и 2 стеклопластика) замерить межслоевую прочность не удалось, так как механизм разрушения материала характеризовался зазрушением от нормальных растягивающих напряжений. Для образцов с большим количеством слоев 9/8, было выявлено изменение механизма разрушения, а именно расслоение в центральной части образца, в случае расстояния между опорами порядка 25-40 мм, при общей толщине образцов 5,5 мм. При этом в ходе эксперимента образцы алюмостеклопластика разрушались после перехода алюминиевых слоем в зону пластических деформаций. Кроме этого, был выявлен эффект зависимости предельной нагрузки от расстояния между опорами, в том числе для коротких образцов, разрушающихся по механизму межслоевого сдвига. Поэтому фактически при обработке экспериментальных данных с использованием соотношений классической балочной теории определялась так называемая кажущаяся межслоевая прочность.

Попытка точной идентификации межслоевой прочности была реализована с использованием расчетов в рамках более сложных моделей. Во-первых, было реализовано численно-аналитическое моделирование на основе упругопластической модели слоистой балки Тимошенко, которое, однако, не позволило объяснить наблюдаемые эффекты зависимости кажущейся прочности от расстояния межу опорами. Численное конечно-элементное моделирование показало, что уровень касательных напряжений может зависеть от расстояния между опорами в рассмотренных материалов с анизотропией упругих свойств, что может служить объяснением наблюдаемых в эксперименте результатов. Для получения соответствующих уточненных аналитических оценок предложено использовать балочные модели повышенного порядка, учитывающие обжатие (сжимаемость) балки по толщине.

Построение кривых предельных деформаций с учетом кристаллографической ориентации структуры листового металла

Разживин В.А., Петров И.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сурудин С.В.
Самарский университет, Самара
vasia.razzhivin@yandex.ru

В технологических расчетах процессов формообразования деталей летательных аппаратов, двигателей и других изделий машиностроения до сих пор используются соотношения теории пластичности, основанной на феноменологическом подходе и гипотезе сплошной (бесструктурной) среды, куда не входят параметры кристаллографической текстуры и константы кристаллической решетки, являющиеся физической основой прочности, пластичности и анизотропии свойств заготовок [1-5]. В связи с этим объектом исследования являлся расчет кривых предельных деформаций материала с целью вывода соотношений для их расчета на основании моделей пластического деформирования Хора [6-7] и критерия пластичности, учитывающего в явном виде константы кристаллической решетки и ориентационные факторы текстуры [8-9].

В качестве объекта исследования взят материал марки М1. После прокатки у данного материала преобладают ориентировки деформационного типа: {112}<111> (медь), {110}<112> (латунь), {123}<634> (S) и {100}<011> («куб на ребре»); в отожженных листах преимущественными являются ориентировки рекристаллизационного типа: {100}<001> (кубическая) и {110}<001> (Госса).

Для рассматриваемых ориентировок были построены кривые предельных деформаций для различных кристаллографических ориентировок на основании модели Хора. Однозначно назвать ориентировку, обеспечивающую наилучшие деформационные возможности, нельзя, так как предельные параметры деформирования зависят от конкретной технологической операции листовой штамповки, так, при линейном растяжении соответствует операции обтяжки, наилучшей ориентировкой является ориентировка «Госса», но при двухосном растяжении (вытяжка, формовка) материал с данной ориентировкой показывает наихудшие показатели. При двухстороннем растяжении наилучшей ориентировкой является ориентировка «куб на ребре», при одностороннем растяжении наихудшие показатели у ориентировок деформационного типа.

Список литературы

1. Pham Q. T. and Kim Y. S, "Evaluation of Press Formability of Pure Titanium Sheets", Key Engineering Materials, Vol. 716, pp. 87-98, 2016
2. Keeler S. P., Backhoffen W. A., Plastic instability and fracture in sheet stretched over rigid punches, ASM Trans. Q., 56 (1964), 25-48.
3. Goodwin G. M., Application of strain analysis to sheet metal forming problems in the press shop, J. SAE Tech., no. 680093(1968).
4. Banabic, D. An improved analytical description of orthotropy in metallic sheets / Banabic D., Aretz H., Comsa D.S., Paraianu L. // International Journal of Plasticity. – 2005. – Vol. 21. – pp. 493-512.
5. Bron F., Besson J. A yield function for anisotropic materials. Application to aluminum alloys // Int. J. Plasticity.- 2003. – pp. 937-963.
6. Hora P., L. Tong L., Reissner J., A prediction method for ductile sheet metal failure using FE-simulation, NUMISHEET 1996, 252-256.
7. Hora P., L. Tong L., Reissner J., Mathematical prediction of FLC using macroscopic instability criteria combined with micro structural crack propagation models, Plasticity conference, 2003,364-366.
8. Erisov Y.A., Grechnikov F.V., Surudin S.V. Yield function of the orthotropic material considering the crystallographic texture // Structural Engineering and Mechanics. -2016. - Vol. 58. - Issue 4. - pp. 677-687.
9. Ерисов Я.А., Гречников Ф.В., Сурудин С.В. Критерий пластичности анизотропной среды с учетом кристаллографии структуры и его экспериментальная проверка // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. - 2016. - Т. 14. №4. - с. 42-49.

Исследование механических характеристик материалов при различных температурно-скоростных условиях деформирования

Романов П.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Платонов В.И.
ТулГУ, Тула
pvi_1@rambler.ru

Современные аэрокосмические технологии предопределяют использование новых легких высокопрочных материалов и сплавов, способных выдерживать огромные удельные нагрузки при экстремально низких и высоких температурах. Появляющиеся новые материалы, способные удовлетворить высокие требования конструкционной прочности и жесткости, как правило, обладают низкой пластичностью при комнатной температуре и подвергаются операциям штамповки в изотермических условиях.

Величины сил при изотермической штамповке имеют прямую зависимость от значения сопротивления деформированию штампуемого материала, которое в свою очередь изменяется при варьировании температурных условий, скоростей перемещения инструмента и величин деформации. Обычно при штамповке с постоянной температурой деформирования в очаге деформаций поддерживается заданная температура нагрева, тогда как из-за конструктивной сложности формы изделия скорости перемещения инструмента и величины деформации различны. Это обстоятельство необходимо учитывать при расчете силовых параметров процесса штамповки, то есть знать влияние скорости и степени деформации на величину сопротивления деформированию материала. Следовательно, требуется разработка новой методики осуществления механических испытаний на одноосное растяжение при повышенной температурой, позволяющая исследовать влияние скорости и степени деформации на сопротивление металла деформированию.

Для определения оптимальных режимов медленного горячего деформирования необходимо знать вязкопластическое состояние новых материалов и сплавов, а именно величину уровня интенсивности напряжения в зависимости от степени и скорости деформации. Для этого разработаны методы

испытания на растяжение. К сожалению, известные методы определения механических характеристик труднодеформируемых материалов являются трудоемкими и имеют высокую погрешность.

Для снижения трудоемкости проведения механических испытаний на одноосное растяжение предлагается нагретые образцы испытывать не с фиксированным значением скорости, а с циклическим варьированием скорости передвижения захватного механизма испытательной машины в интервале 5…10% от общего удлинения. В результате формируется пилообразная диаграмма «нагрузка-перемещение» с количеством циклов, зависящим от пластических свойств испытываемого материала при данной температуре. Далее осуществляется обработка полученной диаграммы путем соединения соответствующих вершин выступов плавной кривой линией. Затем полученные зависимости прилагаемой нагрузки от перемещения обрабатываются по известным методикам до получения кривых упрочнения исследуемого материала при заданной температуре, но с разными скоростями растяжения.

Рассматриваемая методика проведения испытаний на одноосное растяжение в условиях изотермической штамповки для определения зависимости уровня интенсивности напряжения от интенсивности деформации с учетом скорости деформации образцов из труднодеформируемых металлов и сплавов позволяет существенно снизить трудоемкость проводимых исследований, уменьшить количество используемых образцов, повысить точность, путем исключения возможных погрешностей, вызванных неточностью нагрева, так как при реализации отдельных исследований нескольких образцов обеспечить идентичную температуру нагрева затруднительно.

Влияние гидростатического сжатия на деформационное поведение углеродных наноструктур

Рысаева Л.Х.
Научный руководитель — профессор, к.ф-м.н. Баимова Ю.А.
ИПСМ РАН, Уфа
lesya813rys@gmail.com

В последнее годы активно изучаются углеродные материалы, которые могут демонстрировать новые свойства и применения. Исключительными являются такие свойства этих материалов, как сверхпроводимость, полевая эмиссия, несмачиваемость поверхности. Наибольший интерес представляют механические свойства углеродных наноструктур, изучение которых открывает широкие перспективы их применения в наномеханических устройствах, сверхпроводниках или в качестве электродов в устройствах преобразования энергии [1]. Исследование влияния вида нагружения на механические свойства различных объемных углеродных материалов было представлено в работе [2]. Среди таких структур большой интерес представляют алмазоподобные фазы, которые могут быть использованы как сверхпрочные защитные покрытия. Алмазоподобные фазы имеют sp3-гибридное состояние атомо,в подобно структуре алмаза, и обладают уникальными свойствами, например, высокой твердостью (сравнимой с алмазом), низким трением, износостойкостью, а некоторые из них являются ауксетиками (материалами с отрицательным коэффициентом Пуассона) [3,4].

В данной работе исследуются устойчивые углеродные алмазоподобные фазы (УАФ) на основе углеродных нанотрубок. Методом молекулярной динамики рассмотрено деформационное поведение при гидростатическом сжатии. Как показал численный эксперимент, в зависимости от структурных особенностей той или иной фазы, деформация будет протекать по-разному. Основной вклад при сжатии вносит изменение значений длин связей и валентных углов. Максимальная плотность (близкая к плотности алмаза) может характеризоваться переходом фазы в аморфное состояние, что можно наблюдать как по самими кривым нагружения, так и на функциях радиального распределения (ФРР). Температура не вносит сильных изменений в ход кривых нагружения. Отличием может быть только изменение времени деформирования вследствие тепловых флуктуаций.

Список литературы

1. Simon P. and Gogotsi Y. Capacitive energy storage in nanostructured carbon–electrolyte systems. // Acc. Chem. Res. 2013. V. 46. P. 1094.

2. Baimova J. A., Liu B., Dmitriev S. V. and Zhou K. Mechanical properties and structures of bulk nanomaterials based on carbon nanopolymorphs. // pss(RRL). 2014. V. 8. № 4. P. 336.

3. Лисовенко Д.С., Баимова Ю.А., Рысаева Л.Х., Городцов В.А., Дмитриев С.В. Равновесные структуры из углеродных алмазоподобных кластеров и их упругие свойства. // Физика твердого тела. 2017. Т. 59. № 4. С. 801.

4. Баимова Ю.А., Рысаева Л.Х. Деформационное поведение трехмерных углеродных структур при гидростатическом сжатии. // Журнал структурной химии. 2018. Т.59, №4, С.921

Устранение корончатости при вытяжке деталей из квадратных заготовок

Самсонов Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ларин С.Н.
ТулГУ, Тула
samsonovn888@yandex.ru

В промышленности Тульской области широкое применение получила технология вытяжки тонкостенных стаканов из заготовок, имеющих круглую форму. Изготовление габаритных осесимметричных стаканов используется в оборонно-промышленном комплексе при производстве высокоточного вооружения, комплектующих узлов агрегатов, патронов, гильз. Возможность изготовления деталей, соответствующих нормам и стандартам, отвечающих ряду технических и технологических требований, предъявляемых к изделию – необходимое условие конкурентоспособности предприятий.

Основным технологическим процессом получения габаритных осесимметричных изделий является холодное выдавливание из круглых заготовок. Однако при раскрое таких заготовок из ленты или полосы значительно падает коэффициент использования металла, что ведет к ухудшению экономического эффекта.

В работе рассматриваются основные возможности замены стандартных заготовок на квадратные, для уменьшения потери металла при вырубке. Кроме этого, возможность использования квадратных заготовок поднимет высоту конечного полуфабриката, которая поможет дополнительно сохранять используемое сырье. Несмотря на очевидные преимущества, такая вытяжка не нашла широкого применения из-за сложности в самом процессе выдавливания. Исследования в данной теме использовались только в сочетании с изотропией свойств используемого металла. Однако анизотропия механических свойств способствует модернизации процесса вытяжки с более низким коэффициентом использования металла. Исследования показали, что при процессе вытяжки максимальная высота заготовки по впадинам была выше на 13 % в сравнении с круглой заготовкой. Экономия металла составила около 15 %.

В данный момент были проанализированы и предложены несколько конструкций инструмента, позволяющего выполнить такую вытяжку. Основным отличием от стандартных штампо, является профильная заходная часть матрицы. Такая форма позволяет влиять на течение металла при вытяжке. Учитывая размещение заготовки на фигурной заходной части, а также анизотропные свойства исходного материала, возможно получить колпак большей высоты при использовании меньшего количества металла. В программном комплексе QForm 3D были разработаны и рассчитаны варианты вытяжки квадратных заготовок на профильной матрице. Моделирование велось для двух вариантов. При первом варианте направление сторон заготовки совпадает с минимальным радиусом скругления матрицы. При втором варианте направление стороны заготовки совпадает с максимальным радиусом скругления матрицы. Для моделирования использовался алюминий (АМг6). Обработка экспериментальных данных позволила определить наличие жестких зон во фланце заготовок, динамику их развития, а также определить траектории движения ячеек при вытяжке.

Игнорирование исследования анизотропии и, как следствие, фестонообразования неизбежно ведет к увеличению коэффициента использования металла на предприятиях. Вытяжка с использованием профильной матрицы и правильно расположенной квадратной заготовкой дает возможность экономии исходного сырья (до 15%).

Иследование особенностей плавления наночастиц никеля

Сафина Л.Р.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Баимова Ю.А.
БашГУ, Уфа
saflia@mail.ru

В последние годы значительное внимание было уделено разработке однородных наночастиц никеля нанометрового размера из-за их уникальных свойств и потенциальных применений в электронике, магнетизме, энергетических технологиях или биомедицине. По сравнению с благородными металлами наночастицы никеля были гораздо менее изучены в катализе, хотя они нашли специфическое применение в росте углеродных нанотрубок, а также в различных органических реакциях. Знание термодинамики металлических наночастиц имеет большое значение для углубления понимания свойств и применения металлических наночастиц. В данной работе было проведено моделирование методом молекулярной динамики для исследования особенностей плавления наночастиц никеля с целью дальнейшего изучения композитов графен-никель.

В работе представлены результаты, полученные с использованием простого парного межатомного потенциала Морзе. Для описания взаимодействия атомов Ni-Ni были выбраны параметры, предложенные в работе [1]. Раньше межатомный потенциал был успешно использован для исследования структурной устойчивости и энергии никелевых кластеров, Nin (n = 3-459); плавления и разрушения кластера Ni429 [2, 3], изучения кинетики взаимодействия и процесса плавления в работах [4, 5].

В результате моделирования было выявлено, что температура плавления мелких металлических наночастиц ниже, чем объемных материалов. В настоящей работе температура плавления Ni34 оказывается равной ~1360 К. Температура плавления более крупных наночастиц (диаметром 20 и 22 Å) составила около 2000 К, что близко к температуре плавления объемного никеля. Полученные результаты хорошо согласуются с данными, представленными в литературе.

Список литературы

1. Girifalco L. A., Weizer V. G. Application of the Morse potential function to cubic metals Physical Review, 1959, 114, 687-690.
2. Erkoc, S.; Gunes, B.; Gunes, P. Molecular-dynamics simulations of nickel clusters International Journal of Modern Physics C, 2000, 11(5), 1013-1024.
3. Gunes, B.; Erkoc, S. Melting and fragmentation of Ni nanopartiles: molecular-dynamics simulation International Journal of Modern Physics C, 2000, 11(8), 1567-1580.
4. Henz, B. J.; Hawa, T.; Zachariah, M. R. Molecular Dynamics Simulation of the Kinetic Reaction of Ni and Al Nanoparticles Molecular Simulation, 2009, 35(10).
5. Sharma, A.; Hickman, J.; Gazit, N.; Rabkin, E.; Mishin Y. Nickel nanoparticles set a new record of strength Nature Communications, 2018, 9, 4102.

Оптимизация цепных конструкций из шаровых сегментов

Сафронов А.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет" НИУ МГСУ, Мытищи
shyrik98@inbox.ru

Шаровой сегмент – это часть шара, отсекаемая плоскостью. В технике часто встречаются задачи оптимизации конструкций, составленных из шаровых сегментов. Например, перспективными емкостями такой формы являются хранилища для жидких и сыпучих веществ. Сферическая оболочка обладает свойством максимального объема при минимальной поверхности. Это известная вариационная задача. Дальнейшим развитием этой простейшей задачи является определение формы открытой конструкции в виде сферического сегмента с сохранением требования максимального объема при минимальной поверхности. Решением этой задачи является хорошо знакомый любителем комнатных рыбок аквариум, в котором часть сферы отсечена ровно на половине радиуса, а оставшийся сферический сегмент имеет высоту три четверти диаметра сферы. Еще более сложной задачей является создание конструкции замкнутой оболочки из двух сферических сегментов с наибольшим объемом при наименьшей площади. Если внутренней перегородки между сферическими сегментами нет, то достаточно соединить два известных решения-аквариума. Если же внутренняя перегородка между сферическими сегментами есть, то оптимальная высота двух соединяемых сферических сегментов будет другой. Эта высота определена в работе. Методом математической индукции решение задачи было продолжено для произвольного количества сферических сегментов в единой цепной конструкции. Задача решалась как с внутренними перегородками между соседними звеньями, так и без перегородок. Математически решение задачи сводится к решению алгебраического уравнения четвертой степени. Такое уравнение было решено приближенными методами. Специальная программа позволяет не только найти корни уравнения четвертой степени, но и графически отобразить полученные результаты при различных значениях параметра, в качестве которого выбрано количество соединяемых шаровых сегментов. Полученные результаты показали наличие асимптотического предела в оптимальной форме соединяемых шаровых сегментов при бесконечно большом количестве звеньев в цепочке. С практической точки зрения после 10-15 звеньев оптимальная форма сферического сегмента стабилизируется. Дальнейшим развитием решаемой задачи является изучение замкнутых цепочек из соединенных сферических сегментов. Такие конструкции изучаются в авиации и космонавтике в качестве топливных баков, а также жилых отсеков на перспективных космических аппаратах. Такие же конструкции предлагаются для глубоководных аппаратов.

Экономика правовых рисков засорения околоземных орбит

Селезнева Д.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
МАИ, Москва
dasha.selezneva@mail.ru

В 1995 году в Государственной Думе Российской Федерации состоялись первые слушания по проблеме космического мусора. В июле 2018 года Совет Российской академии наук создал комитет по космическому мусору, в который вошли представители Института Астрономии Российской академии наук, ЦНИИМаш и заинтересованных организаций. Проблема космического мусора уже сейчас привлекает внимание дипломатов экономическими оценками рисков от увеличения количества пассивных орбитальных фрагментов как на околоземных, так и на более удаленных орбитах. Уже не раз высказывались мнения о принятии международных соглашений, предусматривающих штрафные санкции к странам, наиболее засоряющим орбиты. Такие мнения звучат от зарубежных организаций. Математическая суть предложений простая – чем больше космических аппаратов запускаешь, тем больше засоряешь, тем больший штраф должен оплатить. Естественно, дипломаты всех стран сразу обращают внимание на космическую промышленность России, как на одну из самых развитых, предполагая, что именно к нашей стране будут предъявлены самые высокие штрафные санкции. Что делать России в случае таких претензий?

Двадцать лет назад такой вопрос уже поднимался. Ответ был сформулирован очень быстро и четко, потому что в то время в составе Военно-космических сил работало специальное подразделение по космическому мусору, которое теперь опять возрождается как межведомственная организация. Предложения для российских дипломатов на международных переговорах были простыми: «Требовать от США выплаты ровно в два раза большей суммы штрафов».

Математически обосновать такое требование очень просто, если учитывать не только количество космического мусора, но и качество с позиции его опасности для активных космических аппаратов. Для этого надо опираться на особенности орбитального движения объектов.

Космический мусор США в основном сосредоточен на орбитах с наклонениями 30 градусов к плоскости экватора, а России – приблизительно 60 градусов. Это означает, что орбитальные фрагменты США находятся в сравнительно узком поясе географических широт от -30 до +30 градусов, поэтому создают повышенную плотность засорения. Российский же космический мусор «размазан» в намного более широком поясе географических широт от -60 до +60 градусов, поэтому плотность засорения при том же количестве объектов будет существенно ниже, в соответствии с формулой для площади сферического слоя – это закон секонса.

Далее, надо провести сравнительный анализ условий, в которых находятся американский и российский космические аппараты. Вот основы этого анализа.

1) Американский космический аппарат постоянно подвергается воздействию своего плотного космического мусора, за которое Россия не обязана оплачивать штрафы. Одновременно этот же космический аппарат находится в два раза менее плотном рассредоточенном облаке российского космического мусора, за который Россия должна была бы оплатить Америке штраф, скажем, С условных единиц.

2) Российский космический аппарат постоянно подвергается воздействию своего менее плотного облака космического мусора, за который США ничего не должны оплачивать России. Но одновременно наш космический аппарат подвергается воздействию вдвое более плотного космического мусора США с вдвое большей вероятностью повреждения чужестранными скоростными фрагментами. Значит, США должны оплатить России штраф в размере 2С условных единиц.

Выполняем взаимные зачеты штрафных санкций. Получается, что США должны оплатить России штраф в размере С условных единиц. Получается, что не Россия должна оплачивать штрафы, а США, территория которых расположена в южных широтах.

С физической и геометрической точек зрения такая ситуация сложилась из-за наличия двух самых опасных факторов засорения космического пространства.

Во-первых, ни в коем случае нельзя засорять полярные орбиты из-за образования полярных шапок космического мусора, представляющих большую опасность только для космических аппаратов на полярных орбитах.

Во-вторых, ни в коем случае нельзя засорять экваториальные орбиты из-за образования областей типа колец Сатурна с высокой концентрацией частиц. Через плоскость экватора проходят все орбиты.

Американский космический мусор практически близок к экваториальному, тогда как российские объекты далеки как от полярных, так и от особенно опасных экваториальных орбит.

Для иллюстрации наложения облаков космического мусора и анализа их опасности для космических аппаратов с различными наклонениями орбит создана специальная программа, к сожалению, давно забытая и не используемая даже в учебном процессе. Таким образом, экономическое обоснование опасности космического мусора для различных стран можно провести с применением этого программного продукта.

Шарнирно-рычажный механизм как технико-медицинская основа нового рефлекторного шагающего тренажера

Скворцова А.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
МАИ, Москва
saa2509@mail.ru

Стрио-паллидум является составной частью двигательной системы. В двигательной системе человека есть два пути организации и передачи сигналов для выполнения движений. Во-первых, пирамидальный путь, который начинается в коре головного мозга. Во-вторых, существует внепирамидальный путь передачи сигнала и организации движения человека. С математической точки зрения, это очень сложная задача управления механизмом с очень большим числом степеней свободы. Стриатум ограничивает возможности паллидума более точным расчетом и оптимальным управлением движения, четкой целью, экономией энергии. Наблюдается общая закономерность эколюционного процесса. Более молодые эволюционные образования тормозят и подчиняют себе более древние системы. Движение новорожденного носит паллидарный характер: броски, рывки, излишество. Но очень быстро они становятся более стриональными, расчетливыми. Наконец, эволюционно молодая кора головного мозга взяла под контроль всю стрио-паллидарную систему, организовав пирамидальный путь передачи двигательных сигналов. Такой контроль обусловил связи стрио-паллидарной системы с корой головного мозга, мышцами, со спинным мозгом и зрительным бугром.

Кора головного мозга обнаружила, что у теплокровных организмов КПД маленький, механической энергии мало, ее надо экономить. Поэтому в коре появился двигательный центр для оптимизации движения. Если мы хотим взять авторучку, то рука двигается по кратчайшему пути. Рыбам экономить механическую энергию не надо. Если акула хочет схватить рыбку, то часто она двигается по спирали, извивается, закручивается. Человек не может себе позволить так транжирить механическую энергию. Кора головного мозга с развившимся в ней двигательным центром оптимизации движения дополнила, но ни в коем случае не исключила подкорковые безусловные двигательные рефлексы. Челочек иногда во сне дергает ногой – это подкорковый безусловный двигательный рефлекс, потому что во время сна происходит торможение коры головного мозга, человек отдыхает. Сон исследовал Фрейд, особенно подкорку мозга, но это относится к психофизиологическому анализу работы. С нейрофизиологической точки зрения важен факт существования диффузных, неорганизованных движений в паллидуме и более организованных движений в стриатуме. Техническая задача заключается в извлечении стрио-паллидарных движений из подкорки головного мозга, запоминание их корой, отработка и восстановление полноценной функции движения. Для этого организму надо напомнить то, что было в него заложено миллионы лет назад.

Закономерный вопрос. Если у человека нарушен опорно-двигательный аппарат, то не связано ли это с корой? Но если это связано с корой мозга, то как восстановить высшую двигательную функцию в коре? Кора может себя восстанавливать, она умная, мыслит, развивается, подстраивается, человек – устойчивая система. Как восстановить движение человека в коре мозга? Очевидный ответ – вызвать безусловный рефлекс из подкорки и записать его в кору. Мозг сам его запишет, запомнит, как ученик запоминает уроки.

В подкорке есть природная траектория стопы, потому что она появилась очень рано, раньше, чем человек встал на две ноги. Это первичный безусловный рефлекс. Надо создать устройство, которое поможет человеку вспомнить эту природную траекторию с историей 50000-100000 лет, возможно, больше.

Аналоги предлагаемого тренажера созданы, существуют, работают, но эти аналоги служат только для разогрева мышц и постепенной ликвидации их атрофии. В устаревших аналогах нога пациента движется по дуге окружности. Ни один человек, ни одно животное так не ходит, не передвигается. На

земле стопа человека неподвижна, а если систему координат связать с человеком, то движется по прямолинейному отрезку назад, потому что человек шагает вперед. Затем, оторвавшись от поверхности земли, нога человека описывает дугу вперед, устанавливается опять на поверхность земли и процесс повторяется. Техническая задача реализации природной траектории движения стопы человека решена на новом рефлекторном шагающем тренажере для реализации отмеченной ранее нейрофизиологической основы восстановления временно утраченных функций опорно-двигательного аппарата. Работа поддержана грантом программы УМНИК.

К вопросу о топологии разрушения элементов летательных аппаратов

Слугина Д.И.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Ручинский В.С.
МАИ, Москва
darya.slugina.98@bk.ru

В механике деформируемого тела имеются изменения постепенные и внезапные. При осевом деформировании тела с ростом силы пропорционально увеличиваются деформации тела. Но вдруг при небольшом изменении силы деформация получает большой прирост (непропорциональный силе), то есть возникает пластическая деформация или катастрофа. В современной технике при использовании материалов с малыми запасами прочности, а также при воздействии коррозионных и поверхносто–активных сред во многих случаях необходимо считаться с возможностью работы материала в течение некоторого времени при наличии микротрещин. Существует несколько механизмов, объясняющих появление микротрещин при взаимодействии скопления дислокаций во время движения движении летательного аппарата, а именно: слияние дисклокаций, заторможенный сдвиг, вскрытие полосы скольжения за счет ее изгиба, реакция объединения с образованием новых дислокаций, сливающихся в полосы, пересечение полос скольжения, концентрация напряжений, возникающих от наличия дислокаций на краю субграницы, взаимодействие двойников, влияние поверхности раздела. Взаимодействие точечных дефектов между собой приводит к образованию комплексов. Комплекс может дать дефект в виде плоского «блина» атомной толщины, который может служить прообразом дискообразной микротрещины. В случаях, когда серия дислокаций содержит большое число дислокаций, представление их в виде непрерывного распределения в скоплении дислокаций является достаточно надежной аппроксимацией дискретной модели. Допустим, что координата дислокации № 1 – x1, координата дислокации № 2 – x2, и так далее, координата дислокации № n – xn. Силы отталкивания между дислокациями определяют энергию взаимодействия, которая зависит только от их относительного расположения. При равновесии сила, действующая на дислокации от второй до n-ой, равна нулю. Энергия взаимодействия зависит только от относительного расстояния между дислокациями. При равновесии общая сила, действующая на головную дислокацию, уравновешивается внутренним полем напряжений. При однородном внешнем напряжении сила, действующая на головную дислокацию, всегда в n раз больше силы, действующей на отдельную неголовную дислокацию. Рассматривается задача об определении вида распределения дислокаций в скоплении данной длины и при различных видах напряжений. Изучаются серии дислокаций, когда их дискретное распределение можно с хорошим приближением заменить непрерывным распределением. В данной работе рассмотрены катастрофы материалов на микроуровнях. Результаты данной работы могут быть использованы при разработке САПР элементов конструкций летательных аппаратов.

Анализ связей параметров мониторинга холодной прокатки алюминиевого сплава

Снегирев И.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Логинов Ю.Н.
УрФУ, Каменск-Уральский
igor_snegirev@mail.ru

Современные прокатные станы снабжаются системами мониторинга, что позволяет анализировать параметры прокатки и делать выводы о наличии связей в системе показателей [1, 2]. В настоящее время связи между параметрами термо-деформационной обработки и свойствами позволяет установить такая система измерений, как GLEEBLE [3,4]. Ряд исследований позволяет предположить, что сам прокатный стан может выполнять некоторые функции системы GLEEBLE. Такие попытки сделаны, например, при анализе работы стана горячей реверсивной прокатки при обработке слябов из

алюминиевых сплавов [5]. Наличие сведений об энергосиловых параметрах процесса прокатки [6] позволяет сделать заключение о прочностных свойствах металла.

В исследовании подвергли анализу диаграммы записи энергосиловых параметров стана для холодной листовой прокатки фирмы Даниели, установленного на одном из заводов России. Диаметр рабочих валков стана равен 500 мм. Выбран второй проход прокатки при изменении толщины от 5,20 до 3,70 мм. Относительное обжатие здесь составляет 29%, степень деформации равна 0,34.

Колебания усилия связаны с подстройкой системы управления под колебания скорости при разгоне и торможении, входной толщины, свойств металла, управления натяжением, планшетностью и т.д.

Аналогичный график отражает изменение момента. Внешний вид графика не во всем соответствует предыдущему, чего можно было бы ожидать. Из теории плоской прокатки известно, что момент и усилия прокатки должны изменяться пропорционально друг другу.

Располагая данными по измеренным величинам момента и усилия, возможно нахождение коэффициента плеча приложения равнодействующей. Поскольку информация о параметрах прокатки хранится в электронных таблицах, возможно выполнить соответствующие расчеты. Действительно, в данном случае длина очага деформации равна $l = 19{,}4$ мм.

Коэффициент плеча может изменяться в пределах 0,45…0,60, что не противоречит теории плоской прокатки.

Однако имеется несколько тенденций, которые придется учесть при последующем анализе. На заправочной скорости при прокатке первых 50 м коэффициент плеча уменьшается до 0,45. В ходе прокатки коэффициент плеча имеет тенденцию к уменьшению.

Список литературы

1. Скрипаленко М.М., Ашихмин Д.А., Скрипаленко М.Н., Жигулев Г.П. Техническая диагностика и диагностическое моделирование механизмов главной линии прокатного стана

Металлург. 2010. № 11. С. 48-53.

2. Qing-Long Wang, Jie Sun, XuLi, Yuan-Ming Liu, Peng-Fei Wang, Dian-Hua Zhang. Numerical and experimental analysis of strip cross-directional control and flatness prediction for UCM cold rolling mill. Journal of Manufacturing Processes. 2018. V. 34. P. 637–649.

3. Чурюмов А.Ю., Базлов А.И., Царьков А.А., Михайловская А.В. Исследование структуры и свойств деформируемого алюминиевого сплава системы Al-Mg-Mn с использованием комплекса физического моделирования термомеханических процессов GLEEBLE 3800. Металлург. 2012. № 8. С. 76-80.

4. Хомутов М.Г., Чеверикин В.В., Коротицкий А.В. Оптимизация режимов термодеформационной обработки высокопрочного алюминиевого сплава 019705. Металловедение и термическая обработка металлов. 2014. № 1 (703). С. 19-21.

5. Логинов Ю.Н., Головнин М.А. Методика определения параметров скоростного упрочнения алюминиевого сплава при горячей прокатке. Металлы. 2017. № 2. С. 33-38.

6. Логинов Ю.Н. Анализ энергозатрат при горячей прокатке листовых полуфабрикатов из алюминия. Производство проката. 2005. № 4. С. 19-24.

Построение модели изотропного поликристалла на основе анизотропных характеристик ГПУ решетки

Соколов А.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Трусов П.В.
ПНИПУ, Пермь
aleks1997.1997@yandex.ru

При рассмотрении задач механики деформируемого твердого тела, теории пластичности и других упругие определяющие соотношения для кристаллитов принимались изотропными, что является ошибкой, так как монокристаллы по своей природе обладают анизотропными свойствами. Применение изотропных соотношений облегчает решение поставленной задачи и формулирует ограничения для нее.

В рамках работы предлагается совершить переход от анизотропного кристаллита к изотропной модели поликристалла. Работая с изотропным телом можно отметить некоторые его свойства:

1. Для расчета применяется единственно верная – коротационная логарифмическая производная. Нюанс заключается в отсутствии ее физического обоснования.

2. В анизотропных определяющих соотношениях определен не один десяток производных, таких как Зарембы–Яуманна, Грина–Нахди, Коттер–Ривлина и других. Выбор каждой из них дает отличающиеся результаты.

3. Работа с двумя константами для изотропного материала легче и удобнее, чем с количеством констант, которое варьируется от 3 до 21 в зависимости от выбора кристаллической решетки. Для ОЦК и ГЦК-решеток необходимо знать 3 константы, для ГПУ их численность равна 5 и т.д.

Для перехода от анизотропного тела к изотропному выделяют три метода.

Метод Фойгта [1]. Подход, основывающийся на условии однородности деформации материала. Применение этого метода позволяет определить упругие модули изотропного материала, такие как модуль всестороннего сжатия и коэффициент Ламе. Зная эти две константы, можно найти остальные и построить матрицу компонент тензора упругих характеристик.

Метод Рейсса [2]. Подход, основывающийся на условии однородности напряжения материла.

Отличие этих двух методов в следующем, для расчета по Фойгту применяются компоненты тензора упругих характеристик, для расчета упругих модулей по Рейсса используются компоненты тензора упругой податливости.

Метод Хилла или Фойгта–Рейсса–Хилла [3]. Расчет упругих модулей по Хиллу производиться как среднее арифметическое для упругих модулей по Фойгту и Рейссу.

В работе были построены изотропные материалы по трем методам и проведено сравнение с анизотропным. Проведен численный эксперимент в виде нагружения на простой сдвиг. Из результатов следует, что материал по методу Фойгта становится верхней границей, по методу Рейсса нижней границей, а Хилл находится наиболее близко к анизотропному. Строилась диаграмма НДС с отрисовкой интенсивности напряжений от интенсивности деформации.

Список литературы

1. Ньюнхем Р.Э. Свойства материалов. Анизотропия, симметрия, структура. М.: Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, Ин–т комп. исслед., 2007. 652 с.

2. Хирт Дж., Лоте И. Теория дислокаций / Пер. с англ. под ред. Э.М. Надгорного, Ю.А. Осипьяна – М.: Атомиздат, 1972. 600 с.

3. Шермергор Т. Д., Теория упругости микронеоднородных тел. – М: Наука, 1977. 399 с.

Особенности моделирования формообразования сложноконтурных поковок

Соломонова А.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Соломонов К.Н.
ООО «НетКрекер», Воронеж
agata-solomon@yandex.ru

При производстве сложноконтурных поковок с ребрами жесткости, используемых в авиационной и ракетно-космической технике, важной и актуальной задачей является предотвращение образования дефектов макроструктуры и разрушения материала. Как правило, такие поковки получают из плоских заготовок в процессах ковки и объемной штамповки.

Моделирование формообразования металла в указанных технологических процессах позволяет избежать дорогостоящих лабораторных и промышленных экспериментов, а также проб и ошибок при промышленном производстве сложноконтурных поковок.

Значительную роль при моделировании пластического формоизменения плоских заготовок играет выбор кинематической схемы течения металла, которая определяет картину течения металла по полотну заготовки.

В качестве одного из способов решения задачи моделирования картины течения металла по плоскости контакта в процессах ковки и объемной штамповки разработана так называемая «эквидистантная теория» [1], основанная на трех известных принципах: наименьшего сопротивления, кратчайшей нормали и наименьшего периметра.

Разработанная теория пригодна для моделирования формообразования поковок, имеющих ярко выраженное полотно (т.е. плоскостные участки). Несмотря на кажущуюся ограниченность области применения «экви-теории», известно, что детали с признаком «плоскостности» составляют обширный класс изделий, используемых, в частности, в ракето- и самолетостроении, да и вообще в транспортном машиностроении.

В разное время проводились теоретические и экспериментальные исследования различных схем деформирования. В частности, Головиным А.Ф. была предложена так называемая «нормальная» схема, основанная на принципе кратчайшей нормали. При такой схеме течения металла линии тока направлены по нормали к контуру заготовки. В соответствии с ней прямоугольная пластина в ходе

осадки должна превращаться в многоугольник. Однако в действительности прямоугольник после деформации приобретает форму эллипса.

В соответствии с «радиальной» схемой, предложенной Тарновским И.Я., движение частиц металла происходит вдоль радиусов некоторой окружности, под углом к контуру заготовки. Радиальная схема предполагает, что при свободной осадке прямоугольного параллелепипеда его поперечное сечение остается подобным самому себе, т.е. прямоугольник увеличивается в размерах, но не меняет своей формы.

Указанные схемы противоречивы и нуждаются в доработке, т.к. не объясняют так называемые «эллипсность» и «ушки», которые наблюдаются в реальных процессах. К тому же эти схемы объясняют формоизменение металла только в некоторых предельных случаях, нормальная – при максимальном трении, а радиальная – при полном его отсутствии, что на практике невозможно.

Анализируя результаты виртуальных [2] и лабораторных экспериментов и используя накопленные данные, относящиеся к реологическим особенностям материалов, а также опыт исследования уже существующих кинематических схем течения металла и зависимость их от различных факторов, можно предположить, что промежуточная кинематическая схема содержит элементы как нормальной, так и радиальной схем течения металла [3].

Исходя из сказанного, логично предположить, что в процессах пластической деформации, при условиях трения близких к реальным, течение металла подчиняется некоторой «псевдонормальной» кинематической схеме течения металла [4], в соответствии с которой в начальный момент деформирования движение частиц металла происходит вдоль линий тока перпендикулярно к контуру заготовки, и на последующих этапах деформирования линии тока направлены перпендикулярно, но уже не к реальному, а к условному контуру.

Численное моделирование процесса напыления частиц, распределенных в разогретом низкоскоростном газовом потоке

Стратула Б.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Никитин И.С.
МАИ, Москва
stratula@matway.net

В работе численно-аналитически исследуется процесс напыления микрочастиц металлического сплава. Такого рода технологии используются для поверхностного упрочнения ответственных элементов конструкций или при послойном наращивании изделий для устранения эксплуатационных дефектов. Микрочастицы распределены в горячем газовом потоке, падающем на подвижную подложку. Влияние повышенной температуры, близкой к температуре плавления, проявляется в малом значении предела текучести материала частицы.

При напылении потока частиц образуется слоистая микроструктура наращиваемой части изделия, толщина слоев и ее механические свойства определяются конечной толщиной сплющивания горячих частиц в динамическом процессе деформирования.

Постановка и схема решения задачи о конечной толщине деформированной частицы с некоторыми уточнениями соответствует классической одномерной модели Тейлора для задачи соударения жесткопластического цилиндрического стержня с недеформируемой преградой [1]. Для закона упрочнения, близкого к линейному, методом возмущений получены приближенные аналитические оценки для толщины «сплющенной» частицы, ее радиуса и времени соударения в зависимости от скорости подлета частицы. Численно-аналитически решена система обыкновенных дифференциальных уравнений рассматриваемой приближенной модели.

Проведено сравнение численно-аналитических результатов в одномерном приближении с многомерным моделированием нестационарного процесса соударения по конечно-элементным схемам. Показана работоспособность полученных формул для оценки толщин наращиваемых слоев в зависимости от скорости частиц и температуры потока.

Для оценок геометрических параметров частицы после удара в аналогичной задаче с учетом динамической вязкости за пределом текучести (жестковязкопластическая модель поведения материала частицы) использовано приближенное решение А.Ю. Ишлинского [2]. Показано, что аналогичный результирующий размер частиц достигается при больших температурах вследствие динамического изменения текучести в процессе деформации.

Список литературы

1. Зукас Дж. А., Николас Т., Свифт Х.Ф. и др. Динамика удара. – М.: Мир. 1985. 296 с.
2. Ишлинский А.Ю. Об ударе вязкопластического стержня о жесткую преграду// Прикладные задачи механики, Т. 1. Механика вязкопластических и не вполне упругих тел. 1986. С.269–277.

Теплообмен в сверхзвуковых потоках диссоциированного воздуха

Тептеева Е.С.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Колесников А.Ф.
МАИ, Москва
elrick.com@mail.ru

Теплозащитные материалы в авиастроении — конструкционные материалы, применяемые в качестве пассивного средства защиты какой-либо поверхности ЛА или других элементов конструкций от аэродинамического нагревания или воздействия горячего газового потока. Создание неразрушаемых теплозащитных покрытий, выдерживающих интенсивные тепловые воздействия в течение многих циклов, до сих пор является актуальной проблемой. Для уменьшения тепловых потоков к поверхности космических аппаратов, входящих в атмосферу по планирующим траекториям, перспективными являются теплозащитные покрытия, низкокаталитичные по отношению к поверхностной рекомбинации атомов N и O.

Для решения поставленной проблемы необходимо построить модель физико-химических процессов, протекающих на поверхности материала в условиях реального полета. Один из способов определения каталитической активности материала основан на измерении теплового потока к поверхности модели. При этом сама модель обтекается сверхзвуковым потоком диссоциированного воздуха, создаваемым индукционным высокочастотным плазмотроном.

В данной работе ставится задача о течении вязкого диссоциированного воздуха вблизи оси симметрии гладкого затупленного тела с идеально некаталитической поверхностью, обтекаемого сверхзвуковым предварительно нагретым потоком. Граничные условия выставляются на теле и в невозмущенном потоке, полагается, что химические реакции в потоке не протекают. Предполагается численное исследование течения вблизи оси симметрии гладкого затупленного тела с идеально некаталитической поверхностью и теплообмена в критической точке поверхности для условий, реализуемых в ВЧ-плазмотроне ВГУ-4 (ИПМех РАН).

Волноводный метод контроля (ВМК) распределенных физико-механических параметров протяженных объектов

Терещенко П.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Беклемишев Н.Н.
МАИ, Москва
tereshchenkopetr@gmail.com

Кроме традиционного использования точечных датчиков, связанных с центром обработки измеренных физико-механических параметров информационным кабелем, за последнее десятилетие в странах ЕС и США успешно реализован ряд пилотных проектов по внедрению и эксплуатации волоконно-оптических систем контроля состояния мостов, линий электропередач, для измерения распределения механических нагрузок в конструкционных материалах лопастей вертолетов и крыльев самолетов. При этом одними из новых и наиболее перспективных вариантов распределенных волоконно-оптических датчиков температуры, давления, вибраций и механических деформаций являются датчики с использованием оптоволоконных «брэгговских решеток».

ВМК основан на создании и использовании информационно-измерительного оптоволоконного кабеля (ИИОК), выполняющего одновременно функции распределенного чувствительного элемента и линии передачи информации. ИИОК закрепляют на поверхности или располагают вблизи контролируемого протяженного объекта. Вдоль оси ИИОК обеспечивается направленное воздействие полей мод волновой энергии по крайней мере одного опорного и одного измерительного каналов ИИОК в зависимости от изменения контролируемого параметра, характеризующего состояние длинномерного объекта.

В работе коротко описаны особенности современного применения ВМК для контроля состояния протяженных объектов с применением дифференциального и интегрального принципов измерения распределения кривизны, кручения, а также полей вибраций и температуры вдоль заданных осью ИИОК дуговой координаты. Приведено теоретическое обоснование и результаты экспериментальных исследований этих двух принципов ВМК с анализом требований к параметрам ИИОК и модулированному по времени опорному сигналу с использованием теории связанных волноводных линий передачи и спектрального анализа сигналов.

Для контроля усталостной прочности крыла фиксируют количество циклических изменений распределений кривизны и кручения его поверхности во времени. Полученные данные хранят в памяти для последующего сравнения предельно-установленными значениями циклических нагрузок.

Для определения мест возникновения скрытых дефектов крыла фиксируют изменения распределении изгибной и крутильной жесткостей крыла при одинаковых нагрузках в процессе эксплуатации самолета (рулежка, взлет, крейсерский режим, разворот, снижение, посадка).

Относительная погрешность ВМК при измерении кривизны образующей поверхности пластины, моделирующей крыло самолета, составила величину порядка 0,01% но, как и разрешающая способность, определяется способом закрепления ИИОК на контролируемой поверхности.

Можно утверждать о появлении нового, универсального вида контрольно-измерительной техники, а именно систем контроля физико-механических распределенных параметров, рынок которой только зарождается.

Исследование модуля Юнга и модуля сдвига для 6-ти константных тетрагональных кристаллов

Ткаченко В.Г.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Лисовенко Д.С.
МФТИ, Москва
tkvalent@mail.ru

В настоящее время все больше возникает потребность в использовании различных микроэлементов. По этой причине современное материаловедение отдельное внимание уделяет изучению материалов наноразмерных масштабов, так как характеристики на различных масштабах у одного и того же материала могут быть неодинаковыми.

Исследованы упругие характеристики 6-ти константных тетрагональных материалов, а именно, модуль Юнга и модуль сдвига (коэффициент Пуассона исследован в работе [Л]) по значениям коэффициентов податливости, экспериментальные данные которых приведены в справочнике Ландолта-Бернстайна.

Для тетрагональных кристаллов вычислены глобальные максимальные и минимальные значения модуля сдвига, при этом экстремальные характеристики оценивались методом уровней. Также приведены данные по степени анизотропии кристалла, показывающие отношение максимального к минимальному значению модуля сдвига. Произведен численный расчет модуля сдвига для основных кристаллографических направлений для 98 тетрагональных кристаллов. Наибольший интерес представляют вещества с высокой степенью анизотропии, а также, наоборот, вещества с малой степенью анизотропии, которые в некотором приближении можно считать изотропными. Отдельно выделены важные для приложения кристаллы, для которых построены ориентационные зависимости модуля сдвига.

Для тетрагональных кристаллов получены аналитические выражения для стационарных значений модуля Юнга и дан их численный анализ. Получено пять стационарных значений, три из которых имеют простой вид. Для каждого стационарного значения проведено исследование достаточного условия экстремума функции двух переменных. Показано на основе экспериментальных данных из справочника Ландолта-Бернстайна, что из пяти стационарных значений лишь четыре могут быть экстремумами.

Литература

Гольдштейн Р.В., Городцов В.А., Лисовенко Д.С., Волков М.А. Ауксетики среди 6-ти константных тетрагональных кристаллов // Письма о материалах, 2015, Т.5, В.4, С.409-413.

Экспериментальное исследование шестиугольной ауксетической конструкции

Фадеев Е.П.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Ченцов
ИПМех РАН, Москва
fadeevegor@yandex.ru

На сегодняшний день к метаматериалам, таким как ауксетики, приковано пристальное внимание в связи с их необычными механическими свойствами. Важным свойством ауксетиков является их отрицательный коэффициент Пуассона, т.е. свойство материала при растяжении расширяться в сечении, перпендикулярном направлению растяжения.

В связи с этим исследование механических свойств вогнутой шестиугольной ауксетической конструкции представляется актуальным. Механические свойства такой и схожей конструкции с криволинейными ребрами, изготовленной из полиэтилентерефталата (ПЭТ-а аморфный), исследованы в [1, 2]. В настоящей работе образец размерами 95×24×1 мм с центральной зоной 28,9×24×1 мм был изготовлен из неауксетического резиноподобного материала методом лазерной

резки. В ходе эксперимента образец был подвергнут монотонному одноосному растяжению на универсальной растягивающей установке (MTS Synergie 400) при скорости растяжения 0,5 мм в минуту, при одновременной регистрации перемещений и растягивающей силы. Максимальное удлинение центральной зоны составило 6 мм. Изменение геометрии образца в течение эксперимента регистрировалось на камеру Dahua IPC-HF81200E с разрешением 12 мегапикселей для последующей покадровой обработки.

Построена механико-математическая модель центральной зоны образца, состоящая из стержней, шарнирно соединенных в узлах решетки ячеистой структуры, повторяющей геометрию реального образца, с дополнительными пружинами между стержнями в острых углах. В состоянии покоя горизонтальные стержни имели длину 6,2 мм, а наклонные 3,3 мм, при этом их наклон составил 47,5°. Условия на границах расчетной области: боковые границы свободны, нижняя жестко закреплена, верхняя сохраняет форму и смещается конечными приращениями. Для стержневой модели построен функционал упругой энергии деформирования. Параметры, которые необходимы для вычисления значения функционала, включают в себя модуль Юнга, который отвечает за энергию изменения длин стержней, и параметр, отвечающий за энергию изменения величин углов между стержнями. Величина модуля Юнга получена экспериментально. Второй коэффициент вычислен по результатам экспериментов с ячеистой структурой. В предположении, что он является характеристикой конструкции, этот параметр был принят постоянным.

По результатам эксперимента, модуль Юнга резиноподобного материала оказался равен 1,05 МПа, а эффективный модуль образца составил 0,042 МПа. С помощью метода корреляции цифровых изображений были вычислены смещения узлов и коэффициент Пуассона ячеистой структуры в зависимости от деформаций. Исходя из этих данных, был вычислен второй параметр функционала, он оказался равным 0,24мДж. По результатам минимизации функционала с таким параметром вычисленные и полученные из эксперимента величины коэффициента Пуассона и эффективного модуля Юнга образца хорошо согласовывались вплоть до 3,5% продольной деформации. При величинах продольной деформации больших чем 3,5% расчеты коэффициента Пуассона и модуля Юнга с постоянным вторым параметром плохо согласовывались с результатами эксперимента, когда визуально наблюдался изгиб стержней ячеистой структуры. При подборе второго параметра системы на каждой стадии растяжения, чтобы хорошо согласовывались смещения узлов ячеистой структуры, расчеты модуля Юнга системы согласовались хорошо.

Таким образом, стержневая модель адекватно описывает вышеописанную ауксетическую ячеистую структуру при деформациях меньших 3,5%. При больших деформациях модель все еще дает адекватный результат, если подбирать второй параметр системы.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, проект №18-79-102-70.

Применение метода координатно-зависимой диффузии для анализа профилей распределения фосфора в германии в гетероструктуре In0.01Ga0.99As/In0,56Ga0.44P/Ge(Ga)

Фомин В.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Кобелева С.П.
НИТУ «МИСиС», Москва
vlifom@yandex.ru

В связи с развитием технологии многокаскадных солнечных элементов (МК СЭ) возрос интерес к германию как к подложке и материалу первого каскада МК СЭ на основе соединений A3B5 [1]. При формировании первого каскада МК СЭ диффузия фосфора идет из буферного слоя InGaP в сильно легированный галлием германий. Растворимость Ga на интерфейсе InGaP/Ge выше, чем P, что приводит к образованию двух p-n переходов, и на профиле фосфора выделяются 3 участка, границы которых определяются формирующимися p-n переходами. Целью данной работы является анализ диффузионных профилей и расчет коэффициентов диффузии фосфора в германии в условиях формирования p-n перехода первого каскада МК СЭ.

Образцы для исследования получены методом МОС-гидридной эпитаксии на реакторе Veeco E450 LDM. Образец представлял германиевую подложку ориентацией (100), легированную галлием (NGa = 1018 cm−3), обработанную потоком фосфина при температуре 635°C в течение 2,5 мин. Затем был нанесен буферный слой In0.56Ga0.44P (1 мин, T = 635°C) и сильнолегированный слой In0.01Ga0.99As (1,6 мин при той же температуре). Измерения профилей распределения галлия, фосфора и германия проведены методом вторичной ионной масс-спектрометрии (ВИМС) на установке PHI-6600.

Расчет коэффициента диффузии DP проводили методом координатно-зависимой диффузии (КЗД)[2]. В методе КЗД рассматривается два механизма перемещения атомов – за счет градиента концентрации (собственно диффузия) и за счет дрейфа под действием полей (электрических или полей упругих напряжений).

Уравнение диффузии решали численно методом конечных разностей. Полученные максимальные значения коэффициента диффузии DP 10-12 см2/с превышали известные в литературе данные для температуры 635°C, наблюдалась сильная зависимость DP от расстояния до границы гетероструктуры.

Для анализа механизма диффузии проведен расчет распределения концентрации свободных носителей заряда (n, p) по образцу при температуре диффузии. На границе гетероструктуры концентрации элементов превышают значения плотности состояний в зоне проводимости и в валентной зоне при температуре диффузии, т.е. германий в этой области вырожден, поэтому концентрацию электронов и дырок определяли по распределению Ферми–Дирака. Численные расчеты уравнения электронейтральности проводили методом Ньютона. По результатам расчетов построена зависимость DP от n. Тенденция роста DP с ростом n свидетельствует о том, что преобладающим механизмом диффузии является диффузия фосфора в составе комплексов с вакансией германия. Это же подтверждает наблюдаемая тенденция превышения значений DP в областях p-n переходов.

Электрическое поле первого p-n перехода направлено к границе гетероструктуры, второго p-n перехода – от границы. Можно ожидать, что поле первого p-n перехода будет ускорять диффузию отрицательно заряженных атомов или комплексов (Ga и комплексы (PV)) и замедлять диффузию положительно заряженных атомов (P+). Поле второго, более глубокого p-n перехода, будет действовать в обратную сторону. Была получена следующая тенденция поведения DP: рост в области первого p-n перехода и уменьшение в области второго. Такое может наблюдаться, если диффузия фосфора проходит в составе отрицательно заряженных комплексов, каковыми являются комплексы фосфор-вакансия германия. Последняя является акцептором с зарядовыми состояниями от одного до трех, в результате чего комплекс PV может быть нейтральным, одно- или двукратно отрицательно заряженным [3]. Таким образом подтверждено, что и в случае совместной с галлием диффузии фосфора его диффузия происходит в составе отрицательно заряженных комплексов PV.

В целом тенденция роста DP с концентрацией n подтверждается, хотя имеется ряд особенностей, связанных, вероятнее всего, как с участием галлия в процессе диффузии, так и с влиянием электрических полей p-n переходов на процесс диффузии.

В работе впервые получены значения DP в дырочной области у границы гетероструктуры. Поскольку при этом уровень Ферми растет и приближается к середине зоны, можно ожидать, что увеличивается доля вакансий в максимальном зарядовом состоянии и возможен переход от квадратичной к кубической диффузии. Замедление темпов роста DP может быть связано с уменьшением полной концентрации вакансий.

В электронной области структуры между двумя переходами DP слабо зависит от n. Это может быть связано с рядом причин, в первую очередь с торможением комплексов PV полями p-n переходов.

Исследование процесса вытяжки с принудительным утонением анизотропного материала

Халикова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Звонов С.Ю.
Самарский университет, Самара
alsu.khalikova.95@mail.ru

Для получения конических деталей с цилиндрическими поясками типа «форсунка» в Самарском университете разработана методика проектирования процесса вытяжки с принудительным утонением стенки изотропного материала, однако это является идеализированным процессом, а в реальных условиях металл имеет различные свойства относительно направления прокатки.

Цель работы: исследование процесса вытяжки с принудительным утонением, учитывая показатели анизотропии, и дальнейшее сравнение результатов.

Методика исследования состояла в том, чтобы используя предложенный способ вытяжки и инженерный метод решения, записать уравнение равновесия для сил конического участка заготовки, учитывая при этом показатели анизотропии.

Для подтверждения рассматриваемой методики проектирования проведены экспериментальные испытания на растяжение, а также вытяжку с принудительным утонением.

Испытания на растяжение проводили на пропорциональных плоских образцах без головки, которые вырезались из холоднокатанного листа под углами 0°, 45°, 90° к линии проката. Для регулирования формированием показателей анизотропии для сплава 8011 была назначена температура термообработки и время выдержки с учетом степени обжатия при прокатке, согласно работам [1, с. 408] Гречникова Ф. В. Полученные диаграммы растяжения показали, что свойства материала по всем направлениям прокатки одинаковы.

Исследования на вытяжку с принудительным утонением проводили с коэффициентом трения μ=0,15. Значение коэффициента трения зависело от выбора смазки. В работе использовалась смазка Графитная Ж.

Чтобы получить необходимое распределение толщин детали у матрицы, должно быть два рабочих пояска: верхний, который формирует утолщенную часть на торце заготовки, и нижний, который обеспечивает минимальную толщину на цилиндрическом участке [4].

Контроль толщины заготовок, осуществляемый после каждой стадии процесса вытяжки с принудительным утонением, показал, что толщина стенки в деталях во всех секторах одинакова. Следовательно, разнотолщинность вдоль образующей отсутствует.

Таким образом, данные, полученные при теоретическом анализе напряженно-деформированного состояния детали с учетом показателей анизотропии в работе [5, с. 77], были применены во время эксперимента, что позволило контролировать характеристики разнотолщинности в процессе формоизменения. При сравнении экспериментальных данных и моделирования были получены графики усилия, которые показали, что теоретические доводы оправданы. Погрешность составила менее 10%.

Список литературы

1. Гречников, Ф.В. Деформирование анизотропных материалов: резервы интенсификации [Текст]/Ф.В. Гречников. – М.: Машиностроение, 1998. - 448 с

2. Grechnikov, F.V., Erisov, Y.A. Scientific Foundations for Creation of Sheet Materials with Specified Crystallography of Structure for Aerospace Applications. // 2018 — Metal Science and Heat Treatment;

3. Демьяненко, Е.Г. Направленное изменение толщины конической оболочки [Текст]/Е.Г. Демьяненко//Тез. докл. Междунар. молод. науч. конф. XV Туполевские чтения. – Казань: Казан. гос. техн. ун-т. – 2007.– Т. 1.–С. 52- 54;

4. Звонов С. Ю., Попов И. П., Шляпугин А. Г. Особенности процесса формирования полых конических деталей из кольцевой заготовки [Текст]/ С. Ю. Звонов// статья. Технология авиационного производства. – Изв. вузов. Авиационная техника – 2010. – С. 358-361;

5. Халикова А. А., Звонов С. Ю. Исследование влияния анизотропии на процесс вытяжки с принудительным утонением [Текст]/ А. А. Халикова// статья. Международная научно-практическая конференция радуга знаний: теоретические и практические аспекты наук. – Ростов-на-Дону: Издательский центр «Сфера». – 2018. – С. 76-82.

Возможность моделирования аэродинамического нагрева космических аппаратов на индукционных плазматронах ВГУ

Щелоков С.Л., Вельмакин Г.С.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Колесников А.Ф.
МАИ, Москва
schelokov.s.99@gmail.com

Важной частью создания летательного аппарата является разработка эскизного проекта. Она заключается в обосновании летно-технических характеристик аппарата путем широкого применения экспериментальных работ. Чем лучше проделана эта работа, тем короче будет процесс доводки летательного аппарата, тем раньше летательный аппарат выйдет в полет.

При входе в атмосферу космических аппаратов на больших скоростях происходит аэродинамический нагрев поверхности. Для локального моделирования этого процесса для носовой части необходимо в лабораторных условиях воспроизвести такие параметры, как: энтальпия, давление торможения, толщина пограничного слоя. Данные параметры способен моделировать индукционный ВЧ-плазмотрон ВГУ-4 (ИПМех РАН), но необходимо провести качественный анализ на соответствие возможностей ВГУ-4 и условий полета.

Цель данной работы – оценка возможностей индукционного ВЧ-плазмотрона ВГУ-4 для моделирования локального конвективного нагрева поверхности в окрестности носового затупления

тела при обтекании гиперзвуковым потоком. Будут представлены анализ траекторий входа в атмосферу Земли летательных аппаратов IXV (ESA) и «Буран» и методика определения параметров потоков плазмы в установке ВГУ-4, при которых воспроизводится тепловой поток к поверхности в точке торможения на теплонапряженных участках двух траекторий.

Список литературы

1. Неравновесные физико-химические процессы в аэродинамике [Текст] / Под общ. ред. Г.И. Майкапара. – Москва: Машиностроение, 1972. – 344 с.
2. Лунев, В.В. / Течение реальных газов с большими скоростями [Текст] / В.В. Лунев. – Москва: Физматлит, 2007. – 759 с.
3. Полет орбитального корабля «Буран» [Электронный ресурс] // http://www.buran.ru
4. IXV (Intermediate eXperimental Vehicle) [Electronic resource] // https://eoportal.org/web/eoportal/satellite missions/content/-/article/ixv#foot14%29

Моделирование процесса получения ультрамелкозернистой структуры в алюминиевых сплавах

Янов Д.В., Пахнутова Н.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Зелепугин С.А.
Томский государственный университет, Томск
dima.yanov97@mail.ru

Легкие и прочные алюминиевые сплавы занимают лидирующие позиции в аэрокосмической отрасли. Однако применением легирующих добавок не всегда удается получить требуемые характеристики материала. Важное значение также имеет зеренная структура. Данная работа посвящена методу интенсивной пластической деформации (ИПД), с помощью которого можно добиться ультрамелкозернистой структуры (УМЗ) металла. Интерес к методам ИПД определяется тем, что измельчение структуры металла до наноразмеров значительно увеличивает его прочность, усталостную прочность, сопротивление коррозии [1, 2]. Одним из современных методов ИПД является динамическое канально-угловое прессование (ДКУП), в котором вместо пресса для продавливания образца через оснастку (пересечение каналов) используется пороховой заряд. За счет этого увеличивается скорость пластических деформаций и уменьшается число проходов через оснастку для достижения равномерной УМЗ-структуры в объеме материала.

Целью работы является определение оптимальных параметров процесса ДКУП образца из алюминиевого сплава АМг3. Образец имеет размеры 65 × 16 × 16 мм и расположен в вертикальном канале оснастки на расстоянии 4 мм от горизонтального канала [3]. Стенки оснастки считаются абсолютно жесткими.

Решение задачи проводилось модифицированным методом конечных элементов в трехмерной постановке. В качестве базовых уравнений используются уравнения неразрывности, движения и энергии. Для описания пластического деформирования используется условие текучести Мизеса, модули сдвига и динамический предел текучести зависят от степени повреждения материала и температуры [3].

В результате расчетов было определено оптимальное давление, равное 0,6 ГПа при начальной скорости движения образца 150 м/с. Максимальная температура в образце достигает 650 К. Также в образце из сплава АМг3 наблюдается равномерное распределение структуры по всей длине, кроме передней и тыльной части.

Список литературы

1. Зелепугин С.А., Янов Д.В., Бодров А.С., Попов А.А. Повышение прочностных характеристик металлических образцов при динамическом канально-угловом прессовании // Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий: научная сессия НИЯУ МИФИ – 2018, 2-6 апреля 2018 г.: материалы конференции / под ред. М.Д. Носкова. – Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2018, с. 42.
2. Янов Д.В., Зелепугин С.А. Получение ультрамелкозернистых медных образцов при динамическом канально-угловом прессовании // XVII Всероссийская молодежная научная конференция с элементами научной школы «Функциональные материалы: синтез, свойства, применение», посвященная 110-летию со дня рождения член.-корр. АН СССР Н.А. Торопова. Сборник тезисов. - СПб.: «ЛЕМА», 2018. С. 174-175.
3. Зелепугин С.А., Бодров А.С., Пахнутова Н.В. Диаграмма процесса динамического канально-углового прессования титановых образцов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2017, № 11-1, с. 28-31.

Направление №9 Экономика и менеджмент предприятий аэрокосмического комплекса

Секция №9.1 Менеджмент и маркетинг высокотехнологичных предприятий

Создание отдела lean-технологий на предприятии авиационной промышленности

Бокова И.А., Кузнецова П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кондрашева Н.Н.
МАИ, Ступино
vikidark@mail.ru

Предприятия наукоемкого производства должны непрерывно совершенствовать производственные процессы и, повышая уровень культуры производства, максимально осуществлять экономию всех ресурсов предприятия. Улучшить качество выпускаемой продукции, устранив непроизводственные расходы без существенных затрат, позволяет концепция бережливого производства. Вся цепочка от разработки и производства продукции до взаимодействия с клиентами при применении концепции бережливого производства ориентирована на выявление и устранение потерь.

Объект исследования – Ступинское машиностроительное производственное предприятие («СМПП»), являющееся ведущим предприятием по выпуску несущих систем вертолетов и воздушных винтов для турбовинтовых самолетов.

Предметом исследования является деятельность отдела LEAN-технологии.

Целью исследования является анализ и оценка необходимости создания отдела LEAN-технологии.

В работе рассмотрены элементы концепции бережливого производства, которые используются в деятельности предприятия.

Руководством ОАО «СМПП» была выбрана стратегия поэтапной реализации данной концепции. Создание отдела Lean-технологии как структурного подразделения предприятия – это первый этап внедрения концепции бережливого производства.

Определены задачи и функциональные обязанности сотрудников отдела LEAN-технологии, которые будут способствовать внедрению концепции бережливого производства на исследуемом предприятии.

Список литературы

1. Оно Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2010. 208 с.

2. Реализация проектов бережливого производства в вертолётостроении: стимулы и проблемы. Новикова Н., Александрова А. // сбор. Шестые чарновские чтения сборник трудов VI Всероссийской научной конференции по организации производства. НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации» МГТУ им. Н.Э. Баумана. –М.: Высшая школа инженерного бизнеса, 2017. С. 114 – 122.

Оценка конкурентоспособности предприятия ПАО «Акционерная холдинговая компания «Сухой» на основе интегрального показателя

Войнов С.М., Осипова А.О.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сивоплясова С.Ю.
МАИ, Серпухов
ser.vojnov2013@yandex.ru

Категория «конкурентоспособность продукции» с экономической точки зрения представляет весьма сложную структуру. Конкурентоспособность любого предприятия зависит от ряда факторов, которые, в свою очередь, являются компонентами конкурентоспособности. Одним из таких компонентов выступает качество продукции.

В ходе анализа было выявлено, что к основным факторам конкурентоспособности предприятия, обеспечивающим устойчивое развитие можно отнести:

1. Адаптивная организационная структура, реагирующая на изменения внешней среды.
2. Технические ресурсы, обеспечивающие производство товара и наибольшей степени удовлетворяющего спрос.
3. Маркетинг и способы создания и продвижения конкурентного товара.
4. Финансовые ресурсы, позволяющие осуществлять оборот продвигаемого продукта.

5. Конкурентная стратегия достижения целей предприятия.

6. Персонал предприятия – все работники, вовлеченные в процесс создания конкурентоспособного товара.

Кроме того, одним из важнейших факторов конкурентоспособности предприятия является качество выпускаемой продукции. Оно определяется рядом составляющих, которые образуют своеобразную петлю качества – замкнутую последовательность мер, определяющих качество товаров или процессов на этапах производства и эксплуатации. Этот жизненный цикл начинается с исследования потребностей и рыночных возможностей и заканчивается утилизацией.

Исследуемое предприятие ПАО «Авиационная холдинговая компания «Сухой» – крупнейший российский авиационный холдинг с числом работников более 24 тыс. человек. Продукция холдинга – боевые самолеты марки «Су», которые являются передовыми образцами мирового рынка вооружений. Компания «Сухой» – крупнейший российский экспортер авиационной техники.

В рамках данной работы оценивалась конкурентоспособность предприятия в части производства военной техники на основе интегрального показателя.

Сущность метода интегрального показателя заключается в том, что для оценки конкурентоспособности компании учитывается изменение доли продаж каждого товара предприятия на рынке и их доля в объеме продаж предприятия. Следовательно, данный метод применим только для компаний, выпускающих широкую номенклатуру товаров и неприменим для предприятий, выпускающих один единственный вид продукции, так как конкурентоспособность предприятия будет совпадать с конкурентоспособностью товара.

Основным достоинством данного метода является то, что учитывается конкурентоспособность товара как основной показатель конкурентоспособности предприятия. Определяя долю предприятия на рынке по предложенному методу, можно получить реальную оценку конкурентоспособности предприятия.

Используя данную методику, была рассчитана динамика конкурентоспособности ПАО «Акционерная холдинговая компания «Сухой» на мировом рынке военной авиации по двум ключевым производимым самолетам: Су–34 и Су–35С. По результатам расчетов конкурентоспособность анализируемого предприятия в 2017 г. по сравнению с прошлым годом понизилась на 52% в связи с уменьшением доли данных товаров на мировом рынке, и можно судить, что предприятию необходимо следить за качеством выпускаемой продукции, а также выявить возможности для повышения конкурентоспособности своей продукции на мировом рынке. Кроме того, важно эффективно использовать поддержку государства и поддерживать с ним долговременные и партнерские отношения.

Все эти меры должны способствовать росту конкурентоспособности предприятия на внутреннем и международном рынке.

Таким образом, можно сказать, что предприятию ПАО «Акционерная холдинговая компания «Сухой» необходимо находить возможности для увеличения конкурентоспособности своей продукции на мировом рынке, чтобы успешно конкурировать с мировыми производителями военной техники.

Список литературы

1. Андрей Величко. Авиация России: итоги 2017, планы на 2018. [Электронный ресурс]. URL: http://aviation21.ru/aviaciya—rossii—itogi—2017—plany—na—2018/ (дата обращения 24.09.2018).

2. Белкин В. Н., Белкина Н. А., Владыкина Л. Б. — Теоретические основы оценки конкурентоспособности предприятий // Журнал — Экономика региона. № 1 (2015). [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie—osnovy—otsenki—konkurentosposobnosti—predpriyatiy (дата обращения 20.09.2018)

3. Белоусов В. Л. Анализ конкурентоспособности фирмы // Маркетинг в России и за рубежом. 2001. № 5. – С. 63–71.

Стратегия управления российской авиакомпанией в условиях кризиса

Гусилетов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сорокин А.Е.
МАИ, Москва
gusletoff@mail.ru

Существуют основные факторы, которые отрицательно влияют на рынок авиаперевозок. В докладе я рассматриваю отрицательные факторы на примере известной и достаточно крупной, а также быстроразвивающейся российской частной авиакомпании, которая владеет большой долей

рынка пассажирских авиаперевозок наравне с другими крупными российскими государственными и частными авиаперевозчиками.

В докладе будет показан темп роста объемов работы на примере известной частной российской авиакомпании, темп роста объемов работ в отрасли воздушного транспорта, а также изменение структуры себестоимости авиакомпаний (зависит от экономики авиаперевозчика и от различных других факторов).

Будет представлен пример правильно разработанной стратегии управления авиакомпании, которое поможет компании сэкономить солидный объем средств, остаться в плюсе и направить сэкономленные средства на различные имиджевые проекты, такие как: обновление флота или на проведение форм технического обслуживания, лизинговые платежи. Также у авиакомпании появится возможность оставшиеся средства направить в фонд оплаты труда для увеличения заработной платы летному составу авиакомпании и офисным работникам.

В докладе будут представлены примеры мер государственной поддержки для российских авиакомпаний, которые могли бы положительно повлиять на экономику авиаперевозчиков и улучшить их показатели на европейском и всемирном рынке авиаперевозок, и в первую очередь улучшить показатели на отечественном рынке при наличии большой конкуренции. Будет рассмотрен проект о введении в авиакомпаниях электронного документооборота (ЭДО), а также будет представлен анализ выгоды от данного нововведения, а также будут выявлены важные аспекты для реализации данного проекта у отечественных авиаперевозчиков.

В выводе по данному докладу я определю ключевую «болевую» точку в системе управления российской авиакомпании.

Список литературы

1. Метечко Л.Б., Сорокин А.Е. Кластерная стратегия экоиновационного развития машиностроительной отрасли – М.: СТИН. ИП Воробьева И.И., 2017. №10.

2. Metechko L.B., Sorokin A.E. Cluster strategy for eco-innovation at manufacturing enterprises. Russian Engineering Research. Allerton Press, Inc. (New York).2018. Том 38. №4.

3. www.favt.ru (Федеральное Агентство Воздушного Транспорта (Росавиация))

4. www.ato.ru (Авиатранспортное Обозрение)

5. www.uralairlines.ru (Авиакомпания Уральские Авиалинии)

Архитектурные решения для энергосберегающего дома

Добролежа В.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
valya-dobrolezha@mail.ru

Чтобы добиться экономии ресурсов, необходимо уделить внимание планировке и внешнему виду дома. Жилище будет максимально энергосберегающим, если учтены следующие нюансы.

Правильное расположение. Дом может быть расположен в меридиональном или широтном направлении и получать разное солнечное облучение. Северный дом лучше строить меридионально, чтобы увечить приток солнечного света на 30%. Южные дома, наоборот, лучше возводить в широтном направлении, чтобы уменьшить затраты на кондиционирование воздуха.

Компактность, под которой в данном случае понимают соотношение внутренней и внешней площади дома. Оно должно быть минимальным, а достигается это за счет отказа от выпирающих помещений и архитектурных украшений типа эркеров. Получается, что самый экономный дом – это параллелепипед.

Тепловые буферы, которые отделяют жилые помещения от контакта с окружающей средой. Гаражи, веранды, лоджии, подвалы и нежилые чердаки станут отличной преградой для проникновения в комнаты холодного воздуха извне.

Кровля. Многие архитекторы рекомендуют делать максимально простые крыши для энергосберегающего дома. Часто останавливаются на двухскатном варианте, причем, чем более пологим он будет, тем более экономным окажется дом. На пологой крыше будет задерживаться снег, а это дополнительное утепление зимой.

Но ведь экономить можно еще и на электричестве и на воде. Чтобы сэкономить электричество, не обязательно отказывать себе во многих привычных и удобных вещах. Используйте автоматизированные и программируемые устройства, например, электронные выключатели с датчиками движения.

Экономить можно еще и на воде. Контролировать расход такого ресурса автоматически невозможно. Почаще следите за показателями счетчика на воду, сократите полив придомовых территорий, внедрите капельный и лимитированный полив при помощи специализированного клапана.

Электромобили

Долматова В.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Балашиха
dolmat1898@mail.ru

Еще несколько десятков лет назад автомобиль, работающий от электрического мотора, казался утопией. Сейчас этот экологичный вид транспорта покоряет страны и города с сумасшедшей скоростью. Многие известные автопроизводители выпустили свои варианты электромобилей: BMW, Nissan, Chevrolet, Renault. Чем хорош такой вид транспорта и кому подойдет авто на электричестве?

Электрокары набирают популярность у автолюбителей во всем мире, несмотря на сопротивление любителей стандартного бензинового или дизельного варианта. Ни один автосалон не обходится без представления нового концепта от того или иного производителя, некоторые страны даже снизили транспортный налог для владельцев авто такого типа. Вас привлекает безопасность и стоимость обслуживания электрокара? У этого вида транспорта есть свои достоинства и недостатки, которые нужно учесть потенциальным покупателям, чтобы сделать правильный выбор, приобретая электромобиль.

С момента появления первого электромобиля прошло 174 года. К слову, электромобиль появился раньше, чем двигатель внутреннего сгорания. На протяжении полутора веков машины, заряжающиеся от розетки, становятся быстрее, лучше, доступнее и, как следствие, популярнее. И всё же пока появление такого транспортного средства на дороге скорее исключение, чем правило. В чём заключаются главные достоинства и недостатки электрокаров, и что должно произойти, чтобы они смогли победить своих бензиновых конкурентов?

Считается, что вред, наносимый электромобилями окружающей среде, минимален: этот довод используют практически все производители электрокаров для увеличения привлекательности своей продукции в глазах потенциальных покупателей. Однако ученые смотрят на этот аспект не с таким оптимизмом. Более того, выяснилось, что польза от эксплуатации машины с электродвигателем и вовсе сомнительна: был проведен тщательный анализ, учитывающий ресурсы, затрачиваемые на производство электричества, затраты на изготовление батарей и их последующую утилизацию. Оказалось, что электромобиль наносит больший вред экологии, нежели транспортное средство с ДВС: если оценивать загрязнение атмосферы в денежном эквиваленте, эксплуатация машины с электромотором наносит ущерба на 1100$ больше.

Для езды на электрокаре нужна электрическая энергия, вырабатываемая по большей части гидро- и теплоэлектростанциями, а также АЭС, в меньшей степени – электростанциями, использующими энергию солнца и ветра. Наименьший вред экологии наносят два последних способа получения электроэнергии, однако рентабельность такой формы добычи ресурса крайне невелика. Все же остальные варианты, позволяющие получить электрический ток, вносят немалый вклад в загрязнение воздуха, поскольку электростанции работают на угле, газе и нефтепродуктах. Чем больше в мире будет становиться электрокаров, тем больше потребуется электричества, следовательно, тем активнее станет загрязняться атмосфера.

Проблема имеет и другие стороны: во-первых, производство аккумуляторных батарей для авто является весьма грязным, во-вторых, в процессе использования электромобиля в воздух попадают твердые частицы, разлетающиеся на большую площадь (именно поэтому в регионе, где растет количество электрокаров, экологическая обстановка немного улучшается, зато страдают соседние области).

Получается, что польза от автомобиля с электродвигателем сомнительна: осталось только до конца разобраться, что вреднее для атмосферы – электрокары или авто с традиционными бензиновыми и дизельными моторами, но глубоких исследований на данную тему не проводилось. Пока же ведущие автопроизводители активно вкладывают человеческие и финансовые ресурсы в развитие электромобилей, различными методами способствуя увеличению их популярности среди населения. В автомобильном выхлопе содержится большое количество вредных веществ, но большинство из них влияют на экологию локально — в месте выброса, отравляя самого водителя и окружающих его людей. Также при сжигании топлива выделяется большое количество парниковых

газов, которые являются одной из причин глобального потепления. Одним из путей решения проблемы внутригородского транспорта является внедрение электромобилей. Многие сравнительные характеристики экологической эффективности показывают явное превосходство электромобилей перед другими видами автотранспорта. Для внутригородского автотранспорта в ближайшее время нет более экологически чистой и недорогой альтернативы электромобилям. Электромобиль — это автомобиль, который приводится в движение не двигателем внутреннего сгорания, а одним или несколькими электродвигателями, питающимися от аккумуляторов или топливных элементов.

Анализ спроса на авиационные перевозки в зависимости от уровня доходов потребителей в условиях применения разных бизнес-моделей управления авиакомпанией

Евстифорова Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Немчинов О.А.
Самарский университет, Самара
darina.dasha96@mail.ru

В настоящее время большое внимание уделяется социально-экономическому развитию Дальнего Востока России, так как его субъекты играют важную роль в экономике РФ. Формирование дальневосточной национальной программы идёт по двум основным векторам – экономический рост и достижение показателей жизни в ДВФО выше среднероссийского уровня.

Одним из важных аспектов социально-экономического развития региона является транспортная доступность населения, она является важной составляющей уровня жизни населения территории. Наличие возможности перемещаться с минимальными потерями времени и финансовых средств делает проживание на территории более комфортным.

Транспортная доступность – один из самых актуальных вопросов для Дальнего Востока. Полноценное развитие региона, занимающего более трети страны, невозможно без преодоления существующих инфраструктурных ограничений. Один из самых острых вопросов – связь Дальнего Востока с европейской частью страны. Чтобы население Дальнего Востока могло больше и по доступным ценам летать, а на Дальний Восток прилетать жители европейской части России, Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока внесло предложения о предоставлении субсидий авиаперевозок с Дальнего Востока в европейскую часть и обратно на долгосрочной основе.

Динамика показателей авиационного транспорта нестабильна, однако проводимая с 2009 г. целенаправленная политика государственной поддержки авиаперевозок с Дальнего Востока в европейскую часть страны в целом положительно сказалась на итоговых показателях. Постепенно растет число жителей региона, использующих льготы при приобретении билетов на самолет.

Структура перевозок по видам транспорта зависит от развития транспортной сети и ее доступности. Дальние пассажирские перевозки (на расстояния от нескольких сотен километров) осуществляются несколькими видами транспорта: воздушным, железнодорожным, автобусным, водным. В экономически развитых странах мира в дальнем сообщении преобладают скоростные виды транспорта – прежде всего, воздушный, а также скоростной железнодорожный. Последний вид транспорта в России в настоящее время практически не представлен, поэтому почти все скоростные пассажирские перевозки осуществляются авиатранспортом. Его роль в нашей стране является исключительной по причинам большой географической протяженности территории, а также слабого развития наземной транспортной инфраструктуры.

Также стоит отметить, что ДВФО имеет достаточно большую площадь расселения, где в отдаленных местах нет альтернативных видов транспорта, кроме воздушного. Поэтому авиатранспорт является приоритетным для населения Дальнего Востока России.

В связи с важной задачей повышения уровня жизни, развития транспортной доступности населения Дальнего Востока России, а также с учетом актуальности воздушного транспорта среди населения, ключевым моментом является доступность данного вида транспорта. В качестве решения данного вопроса используется бизнес-модель low-cost авиаперевозчиков, «low-cost – авиакомпании» – авиакомпании, предлагающие низкую плату за проезд в обмен на отказ от большинства традиционных пассажирских услуг.

Так как авиатранспорт является одним из дорогостоящих, в рамках исследования рассмотрена оптимизационная модель спроса на авиаперевозки, позволяющая оценить совокупную потребность с учетом расслоения населения по доходам, а также наличия конкурирующих видов наземного транспорта – возможно, менее скоростного, но и более дешевого. В данной модели для каждой

доходной группы определялся оптимальный вид транспорта по критерию минимальной стоимости пассажирокилометра с учетом стоимости времени, проведенного в пути. Таким образом, модель рассчитывалась для железнодорожного и воздушного транспорта, отдельно для low-cost и традиционных авиаперевозчиков, так как стоимость пассажирокилометра у данных видов авиакомпаний различна.

Также в работе рассмотрена зависимость максимальной дальности поездок с использованием различных видов транспорта от дохода для каждого из слоев населения.

Анализируя полученные результаты отмечено, что жители ДВФО могут позволить себе поездки от определенного уровня дохода, а также с определенной дальностью перелета. Также отмечено, если традиционные авиакомпании будут использовать некоторые элементы бизнес-модели low-cost, то воздушный транспорт станет более доступным для населения ДВФО, что значительно повысит транспортную доступность и уровень жизни населения.

Список литературы

1. Губенко, А.В. Развитие рынка низкобюджетных авиаперевозок в Российской Федерации: монография [текст] / А. В. Губенко и др. – СПб.: Студент, 2016. – 191 с.

2. Клочков В.В. Управление инновационным развитием гражданского авиастроения: монография [текст] Клочков В. В. – Москва, 2009. – 282 с.

Роль бюджетных инвестиций в развитии предприятий авиастроительной отрасли

Захарова К.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Гафиатуллин В.А.
МАИ, Раменское
z-kristina96@mail.ru

В отсутствие устойчивой динамики роста промышленного производства, значительная роль в поддержке базовых отраслей отводится бюджетному финансированию в связи с тем, что условия предоставления кредитов очень жесткие, процентные ставки достаточно высокие, и их использование становится проблематичным, а другие источники привлечения средств найти крайне сложно.

Особенно актуально встаёт вопрос о концентрации бюджетных инвестиций на направлениях, обеспечивающих прорывной характер развития, в части создания новейших образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) и технологий двойного назначения.

Реализация данной задачи возможна только при условии системного и комплексного взаимодействия центров компетенции всех предприятий авиастроительной отрасли.

Рассмотрим использование бюджетных ассигнований на примере Государственного научного центра Российской Федерации «АО «Лётно-исследовательского института имени М.М. Громова» – отраслевого центра лётных исследований и испытаний авиационной техники.

Бюджетные инвестиции предоставляются Институту в соответствии с Договорами об участии Российской Федерации в собственности субъекта инвестиций, купли-продажи ценных бумаг, взамен на дополнительно эмитируемые акции.

С 2014 по 2015 г.г. и с 2016 по 2017 г.г. наблюдался рост бюджетных инвестиций по двум программам (ГП ОПК и РГАТ). С 2015 по 2016 г.г., а также с 2017 по 2018 г.г. произошло снижение объёмов ассигнований. До 2022 г. не планируется финансирование объектов капитального строительства Института.

В период с 2008 по 2018 г.г. ЛИИ имени М.М. Громова было получено 4 745 300 000,00 руб. бюджетных инвестиций в рамках Развития гражданской авиационной техники (РГАТ) и реализации Федеральных целевых программ (ФЦП) №1.

При реализации ФЦП РГАТ на сумму 1 102 100 000,00 руб. введено 20 объектов капитального строительства. Достигнута цель повышения безопасности полетов и эффективность использования воздушного пространства аэродрома за счет реконструкции магистральных рулежных дорожек и искусственных покрытий, ввода дополнительных современных средств радиотехнического обеспечения управления воздушным движением.

При реализации ФЦП №1 на сумму 3 643 200 000,00 введено 6 объектов капитального строительства. Это обеспечило получение научно-технического задела, позволяющего решать задачи создания авиационной техники на уровне лучших мировых образцов, сократить затраты и сроки летных испытаний, реконструировать здания и сооружения: командно-диспетчерский пункт, корпус обработки информации (КОИ), наземный узел связи (НУС), центральный командный пункт (ЦКП), пункт управления летным экспериментом (ПУЛЭ), наземные испытательные базы, установить электронно-вычислительное оборудование для обеспечения испытаний, создать комплекс наземных

стендов для проведения испытаний бортового оборудования и функциональных систем специального назначения, построить 2 корпуса для размещения создаваемых стендов «Гранит» и «Базальт».

Реализация ФЦП (ГП) позволяет решать три основные задачи:

1. Поддержание производственной инфраструктуры ЛИИ имени М.М. Громова (аэродромные покрытия, средства управления воздушным движением, здания и сооружения, энергосистема) в работоспособном состоянии, отвечающем возрастающим требованиям к инфраструктуре, обеспечивающей эксплуатацию авиационной техники экспериментальной, специальной и гражданской авиации.

2. Проведение опережающих лётных исследований и испытаний на летающих лабораториях авиационных двигателей и комплексов бортового оборудования. Разработка и оборудование летающих лабораторий, моделей, измерительных систем управления лётным экспериментом.

3. Проведение прикладных научно-исследовательских работ (НИР), в том числе лётных, по формированию научно-технического задела в обеспечении создания новых образцов авиационной техники, новых методов и средств испытаний.

При сложившейся конъюнктуре в авиастроительной отрасли бюджетные инвестиции являются единственным источником средств, позволяющих Лётно-исследовательскому институту полноценно участвовать в создании новейших образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) и технологий двойного назначения.

В этой связи представляется целесообразным создание на базе ЛИИ единой технологической базы лётных исследований и испытаний ПАО «ОАК» и Государственной корпорации «Ростех».

Таким образом, значительный размер бюджетных инвестиций может предоставляться Институту под конкретные задачи, утверждённые ГП РФ РОПК на 2018-2025 гг., в которых определён головной исполнитель, в качестве соисполнителя в рамках компетенций, которыми обладает только Лётно-исследовательский институт.

Результаты внедрения системы энергетического менеджмента на предприятии

Кичук А.В.
Научный руководитель — профессор, к.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
toha-kichuk@mail.ru

Результаты внедрения системы энергетического менеджмента на предприятии.

Энергетические ресурсы играют ключевую роль в политической, социальной и экономической сфере Российской Федерации. Энергетические ресурсы – это главная составляющая экспорта нашей страны, достаточно актуальный вид продукта, с которым Россия участвует в международном товарообмене. Признание важности энергетических ресурсов нашей страны является главным и первым шагом к достижению прогресса в сфере энергоэффективности, а также снижению энергетических затрат. Для поддержания баланса и увеличения энергоэффективности было предусмотрено внедрить систему энергоменеджмента на предприятия.

Основными функциями энергетического менеджмента являются: работа с энергопотребителями предприятия; взаимодействие с организациями, снабжающими энергетическими ресурсами; обработка и предоставление информации об энергетических затратах; подготовка проектов по энергосбережению; запуск энергосберегающих проектов; контроль над проектами; проведение необходимых мотивационных работ с участниками данного предприятия, на котором был запущен проект по энергетическому сбережению.

На основе международного стандарта (ISO 50001) система энергетического менеджмента формирует управленческую инфраструктуру, которая нацелена на постоянные улучшения в сфере энергосбережения и энергоэффективности. Она создает необходимые организационные инструменты для оценки существующего уровня энергетической эффективности, определения способов для его повышения, разработки и мониторинга мероприятий, направленных на улучшение энергетической эффективности, а также реализации энергосервисных контрактов.

Согласно Организации Объединённых Наций по промышленному развитию (ЮНИДО), более 50% потенциального повышения ресурсной эффективности и экономии потерь может быть получено путем улучшения практики управления без каких-либо существенных финансовых вложений. Эффект от введения системы энергетического менеджмента составляет от 0,5% до 3% ежегодной экономии от всего объема энергетических ресурсов, задействованных на данный момент. Компании, которые начали внедрять систему энергоменеджмента, могут экономить около 10 – 20% в течение первых двух лет. Также по результатам исследования ФГБУ «РЭА» Минэнерго РФ, можно сказать,

что предприятия, внедрившие систему энергоменеджмента показывают снижение доли затрат на энергетические ресурсы в себестоимости продукции.

У 90% фирм, внедривших систему энергетического менеджмента в согласовании с требованиями стандарта ISO 50001 (ГОСТ Р ИСО 50001), наблюдается спад удельного расхода топливно-энергетических ресурсов, при этом у 65% снижение составило больше 5%. Отсюда следует, что благодаря внедрению системы энергетического менеджмента на предприятиях возможно достичь максимального результата энергоэффективности производства.

Структура мероприятий, направленных на повышение производительности труда в организации (на примере «АНК Транспорт»)

Ковалев А.А.
МАИ, Москва
an.deydara@yandex.ru

Производительность труда в организации оказывает непосредственное влияние на доход организации, объемы выпускаемой продукции или оказываемых услуг и, как следствие, стабильность на рынке.

Производительность труда – количественная характеристика выполняемой персоналом работы, которая связана с уровнем эффективности труда [1].

В настоящее время остро стоит вопрос о грамотном управлении производительностью труда. Эффективное управление возможно при разделенении многокомпонентного явления производительности на следующие элементы:

• Управление качеством;
• Планирование процедур повышения эффективности;
• Изменение трудозатрат и нормирование труда;
• Бухгалтерский учет и финансовый контроль.

Анализ каждого выделенного элемента, а также комплексный подход в реализации такого анализа дает возможность эффективного управления производительностью труда в организации.

Одной из организаций, где проводится комплекс мероприятий, направленных на повышение производительности труда, является транспортно-логистическая компания «АНК Транспорт». Компания специализируется на предоставлении услуг по:

• Перевозке грузов собственным автопарком, в том числе перевозке легковых автомобилей;
• Форвардинговых операций, включая релиз и перевозку ADR контейнеров из Финляндии и стран Балтии;
• Бронировании мест на паромах DFDS для грузовиков.

«АНК Транспорт» была основана в 2007 году в Москве, и с того же года является действующим членом АСМАП (Ассоциация Международных Автоперевозчиков).Компания застрахована (включая страхование CMR) в компании «Пандитранс» (TTClub, Великобритания). Автомобильный парк компании располагается в Москве и весь подвижной состав имеет пропуска на въезд в город в дневное время.

Для максимального повышения производительности труда с момента основания компании проводится комплекс мероприятий, повышающий эффективность труда. Среди таких мероприятий выделены следующие:

1. Повышение квалификации персонала.

Транспортные организации нередко сталкиваются с дефицитом профессиональных кадров. В этом случае они либо обращаются к кадровым агентствам с заявкой найти работника с необходимым уровнем квалификации и навыков, либо сами направляют своих сотрудников на обучение и повышение уровня их профессиональной подготовки. Организация «АНК Транспорт» использует второй путь – повышает квалификацию своих сотрудников.

Для водителей система обучения на федеральном уровне описана в отдельном отраслевом Положении о порядке подготовки и переподготовки водителей [2].

2. Повышение корпоративной культуры.

Корпоративная культура — это совокупность моделей поведения, которые приобретены организацией в процессе адаптации к внешней среде и внутренней интеграции, показавшие свою эффективность и разделяемые большинством членов организации [3].

Повышение корпоративной культуры в компании «АНК Транспорт» проводится с целью укрепления своих позиций на региональном рынке труда, повышения конкурентоспособности в

системе транспортных услуг, закрепления квалифицированного персонала, оптимизации эксплуатационных расходов, повышения престижа работы в организации.

Проводится работа по подготовке кадров и повышению их квалификации, что положительно влияет на увеличение производительности труда, позволяет сдерживать рост численности персонала и издержек на его содержание. Систематически проводятся культурные и спортивные мероприятия, выделяются средства на поддержание здоровья сотрудников.

3. Улучшение условий труда.

Внедрить какие-либо изменения в логистических подразделениях в рамках транспортных фирм достаточно сложно. Например, в организации «АНК Транспорт» сэкономленные средства идут на ремонт гаражей, транспорта или улучшение социальных условий работников.

4. Совершенствование технологий.

Основным показателем совершенствования технологий в транспортной компании «АНК Транспорт» является разделение труда – разделение обязанностей логистической и эксплуатационной служб. Однако и их необходимо совершенствовать в дальнейшем, например, совершенствовать внедренные информационные системы.

Таким образом, проводимые мероприятия для повышения производительности труда в организации «АНК Транспорт» ведутся по четырем приоритетным направлениям, что позволяет организации максимизировать свою прибыль, повышая при этом эффективность труда своих сотрудников.

Список литературы

1. Дерябин В.С. Производительность труда // Вестн. Том. гос. ун-та. 2009. №319.С. 138-141.

2. Положение о порядке и сроках подготовки и переподготовки (повышения квалификации) водителей автотранспортных средств, утв. Приказом Минавтотранса РСФСР от 24.05.1985 N 48.

3. Мугалова Жамеля Алимбаевна Корпоративная культура современной организации в условиях меняющегося общества // Вестник МИЭП. 2015. №3 (20). С. 79-89

Эффективность энергопаспортов

Козловцев С.А.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
Serezha.K.2000@mail.ru

В настоящее время всё больше внимания уделяется экономии энергии – энергосбережению. Создание федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ тому подтверждение. В 15 статье данного ФЗ говорится о важности проведения энергетического обследования, составлении энергетического паспорта здания, объекта и т.д. Именно этот документ, который обязаны иметь все крупные объекты, потребляющие энергию и ресурсы, можно назвать залогом будущего энергосбережения. За счет чего можно сделать такой вывод?

Энергетический паспорт, составленный по результатам энергетического обследования, должен содержать следующую информацию:

"1. Об оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов; 2. Об объеме используемых энергетических ресурсов и о его изменении; 3. О показателях энергетической эффективности; 4. О величине потерь переданных энергетических ресурсов (для организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов); 5. О потенциале энергосбережения, в том числе об оценке возможной экономии энергетических ресурсов в натуральном выражении; 6. О перечне мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и их стоимостной оценке."

Пункты 1 – 4 паспорта важны для расчёта объема используемых энергетических ресурсов, оценки уровня энергоэффективности, что играет существенную роль в оценке затратности предприятия с точки зрения ресурсов и энергии, даёт возможность прогнозировать затраты объекта. Пункты 5 – 6 имеют прямое отношение к будущему повышению энергоэффективности подотчетной организации.

Технологии в наше время стремительно развиваются, но всё же небольшой прогноз в развитии вполне возможен, поэтому в энергетическом паспорте планируются мероприятия по повышению энергоэффективности (замена оборудования, если речь идет о технологиях).

Энергетическое обследование и энергоаудит не были бы столь эффективны без составления энергетического паспорта, ведь для того, чтобы достигнуть цели ее нужно поставить. Так и в этом

документе запланированы будущие изменения энергоэффективности объекта посредством энергосберегающих мероприятий. Энергетический паспорт позволяет контролировать энергосбережение отдельных объектов, которое является элементом системы энергосбережения нашего государства в целом.

Россия имеет огромный потенциал в энергетической сфере. Раскрытие этого потенциала позволит экономить ресурсы, повысить конкурентоспособность сельского хозяйства и промышленности, снизить издержки компаний в области энергетики. Государство ставит задачу повышения энергоэффективности во всех сферах на 30 % к 2030 году. Достижение этой цели планируется с применением мер государственного регулирования и стимцлирующих мер. Введение ФЗ 261 и обязательство составления энергопаспортов способствует достижению этой цели.

Список литературы

1. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 27.12.2018) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 16.01.2019). КонсультантПлюс [Электронныйресурс]//http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/4667df597e53abd12e3908c1f960a866faea8a83/

2. Пилипенко Н.В., Сиваков И.А. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей. Санкт-Петербург: 2013

Вертолётная отрасль в рамках реализации национальной программы электрификации транспорта

Корнишов К.И.
Научный руководитель — Смагин Д.И.
МАИ, Москва
konkornheli@mail.ru

Необходимо констатировать факт, что по состоянию на сегодняшний день большинство используемых технологий в вертолётостроении практически достигли предела своего развития, при этом даже несущественные дальнейшие улучшения характеристик вертолетов требуют все более значительных затрат. Ужесточающиеся экологические, экономические и многие другие факторы требуют проработки новой концепции использования винтокрылой авиации и создания комплекса винтокрылой авиации нового поколения, источником энергии которого будет чистая электрическая энергия.

Об актуальности данной проблемы говорит тот факт, что все технически развитые страны уже инициировали разработку электрической авиации. Россия обязана присоединиться к развитию данной тематики, в противном случае мы рискуем потерять огромный рынок, а также безнадежно отстать в техническом плане.

Реализация национальной программы электрификации транспорта позволит:

1) многократно снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, что положительно скажется на окружающей среде;

2) произвести технологический рывок в сфере промышленности, что повысит качество производимой продукции, оптимизирует производство и обеспечит прирост рабочих мест;

3) создать возможность популяризации вертолётной и иной авиационной техники в массах за счёт уменьшения затрат на владение летательным аппаратом;

4) организовать пассажирские и грузовые перевозки, а также решение специальных задач на принципиально новом уровне качества, комфорта и надёжности.

Целью данной работы является формирование дорожной карты для реализации национальной программы электрификации транспорта в рамках вертолётной отрасли, а также презентация города будущего, в котором будет реализована НПЭТ в сегменте ВКЛА.

В исследовании будут рассмотрены следующие вопросы.

1. Анализ транспортного потока, в котором участвует винтокрылая техника по состоянию на сегодняшний день.
2. Прогнозируемый транспортный поток к 2030 году.
3. Необходимость увеличения доли перевозок с использованием ВКЛА.
4. Требования к ВКЛА с учётом городских, экономических, экологических и других условий.
5. Обоснование необходимости создания электрического комплекса ВКЛА, удовлетворяющего нуждам перспективного транспортного потока.
6. Возможные варианты электрификации винтокрылых летательных аппаратов.

7. Анализ ниш, в которых будет участвовать ЭВКЛА.
8. Необходимая инфраструктура для функционирования ЭВКЛА.
9. Изменение норм градостроительства и организации воздушных транспортных путей с учётом применения ЭВКЛА.
10. Анализ прогнозируемых преимуществ, полученных при использовании ЭВКЛА по сравнению с традиционными летательными аппаратами, используемыми в наше время.
11. Обоснование невозможности электрификации ВКЛА в отрыве от всего авиационного комплекса
12. Инициация национальной программы электрификации транспорта.

В результате исследования получены:

1) концептуальный облик ВКЛА нового поколения под каждую из задач транспортного сообщения города будущего;

2) требования к инфраструктуре города, включающие в себя выработку электроэнергии, её хранение и распределение;

3) схема размещения точек базирования ЭВКЛА;

4) предложения по изменению норм градостроительства и организации транспортного сообщения с учётом нужд ЭВКЛА;

5) преимущества реализации данного проекта в экономическом, техническом, экологическом, научном плане.

Обоснование основных направлений автоматизации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в НИИ авиастроения (на примере работ в аэроакустике)

Кругляева А.Е.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Калачанов В.Д.
МАИ, Москва
kruglyaeva@yandex.ru

Изменения механизмов регулирования российской промышленности в последние десятилетия не могли не отразиться на качестве функционирования предприятий оборонной промышленности, в том числе его наукоемкой подотрасли – авиастроения. Сокращение государственного финансирования вынудило большинство предприятий подотрасли перестроить процесс организации проектирования и производства продукции в соответствии с новыми экономическими условиями. Анализ показывает, что несмотря на то, что в настоящее время в результате реализации государственных и федеральных целевых программ финансирование ряда основных проектов по созданию новых образцов продукции ведется в полном объеме, имеющееся на сегодняшний день технологическое отставание достаточно большого количества предприятий авиастроения зачастую исключает возможность конкурирования на равных на мировом рынке летательных аппаратов. Выполнение новых повышенных требований к летно-техническим характеристикам летательных аппаратов, выполнение современных требований рынка представляется невозможным без автоматизации процессов и процедур научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при проектировании новых конкурентоспособных летательных аппаратов в условиях повышенных требований к их аэроакустике.

В настоящее время существенно повышаются требования к аэроакустике, так как авиационный шум не только является фактором дискомфорта пассажиров летательных аппаратов, но и существенно снижает прочность летательных аппаратов и работоспособность бортовой аппаратуры.

Современные экономические условия диктуют свои требования к продукции предприятий авиастроения: конкурентоспособность продукции данных предприятий зависит не только от возможности быстрой адаптации к изменяющимся внешним условиям, быстрого реагирования на данные изменения, но и требуют перепроектрования существующих производственных процессов и процедур, в том числе процессов и процедур НИОКР, а постоянно увеличивающиеся объемы обрабатываемых, накапливаемых и хранимых данных требуют новых современных средств управления этими данными. Применение автоматизированных систем управления предприятием позволяет существенно повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции.

На данный момент большинство НИИ не полностью автоматизировало основные управленческие и производственные процессы и процедуры. На многих предприятиях внедрение информационных систем проведено частично, т.е. автоматизированы отдельные функциональные подсистемы. Это создает существенные трудности как при организации основных управленческих процессов, так и

при разработке и проектировании новой продукции. Кроме того, следует отметить, что большинство функциональных областей данных НИИ оснащены разными информационными системами, подчас имеющими трудности в процессе интеграции не только между собой, но и с порталами министерств, ведомств и предприятий, выступающих заказчиками проведения исследований, что создает НИИ немало проблем.

Таким образом, основными задачами автоматизации процессов и процедур научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в головных НИИ авиастроения являются:

- Организация проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в рамках реализации различных проектов;
- Обеспечение проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ материально-техническими ресурсами в рамках, необходимых для реализации проекта;
- Руководство работой по экономическому обоснованию стоимости договоров на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оказание услуг и др.;
- Обеспечение работ по организации системы мониторинга наукометрических показателей в рамках проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- Организация работ по выявлению основных направлений и созданию и/или модернизации экспериментальной базы;
- Организация работ, направленных на обеспечение финансовыми ресурсами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оказание услуг и др.;
- Организация экономического анализа научно-исследовательской деятельности и участие в разработке мероприятий по эффективному использованию материальных ресурсов и повышению рентабельности работ.

Повышение энергоэффективности зданий

Кулагин К.М.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
kirsteam228@gmail.com

Вопрос энергосбережения и повышения энергетической эффективности является одним из самых важных в развитии российской современной экономической политики. Министерство строительства России в ближайшее время должен стать основным координатором процесса повышения энергоэффективности по всей стране. Так как вопрос энергосбережения в зданиях, строениях и сооружениях является очень важным для всего нашего государства.

Основной проблемой для решения вопроса потребления энергоресурсов в стране безусловно является установление требований по энергосбережению и повышению энергоэффективности объектов строительства в различных сферах эксплуатации. Для наглядности эффективности этой программы в данный момент Минстрой России проверяет её уже с расчетом только для многоквартирных домов (МКД). Данный проект послужит первым шагом для решения проблемы лишних потраченных ресурсов и энергии.

Наряду с утверждением новых стандартов и требований по энергетической эффективности Минстроем России будет внедрён запуск механизма установления класса энергетической эффективности и соответствующей маркировки здания. Новая классификация поможет понять общую картину, благодаря чему мы сможем быстрее и эффективнее решить данную общегосударственную проблему.

Кроме того, принятие данного законодательного акта позволит привести к финальной фазе тот значительный объём работ, проведенный Минстроем России, по утверждению единых требований по энергетической эффективности для каждого региона в соответствии с особенностями климатических условий. Анализ полученных данных, в том числе удельных показателей потребления энергетических ресурсов в жилых зданиях:

- уменьшит расходы жителей на коммунальные услуги;
- оптимизирует и заблаговременно выявит необходимость капитального ремонта жилого фонда страны;
- определит области, в которых необходимо в первую очередь провести работу в рамках региональных программ по энергосбережению для приведения жилого фонда в соответствие с установленными требованиями;

• поставит на новый уровень работу учреждений, ответственных за соответствие условий жилищных норм, контроль и проверку соответствия жилого фонда требованиям по энергетической эффективности;

• грамотное и эффективное определение показателей потребления энергоресурсов безусловно позволит нашему государству сократить расход природных ресурсов.

Внедрение программы по эффективному энергосбережению в первую очередь обеспечит сбалансированное и экономичное потребление энергоресурсов, что позволит уменьшить расходы в этой области, тем самым в освобождаемые ресурсы могут быть потрачены на дальнейшее развитие энергокомплекса в стране. Все это в результате поможет достигнуть главной цели – улучшения условий проживания граждан.

Экономическое обоснование эффективности проведения полунатурного моделирования ближнего воздушного боя

Матвеева А.А.
Научный руководитель — Соболева Э.И.
МАИ, Жуковский
maa2106@yandex.ru

В настоящее время при проведении научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских работ особое внимание уделяется затратам на эти работы. Зачастую экономическое обоснование является решающим в выборе способа, объемов, методов выполнения работ.

Проведение натурных испытаний ближнего воздушного боя в условиях, максимально приближенных к боевым, с непосредственным оцениванием или контролем определяемых характеристик свойств объекта позволяет получить самую полную картину с наличием максимально точных показателей, поэтому является самым дорогостоящим и не всегда оправданным. В этом случае полунатурные испытания могут выступать в качестве промежуточного этапа между исследованием математической модели поведения нового летательного аппарата и натурными испытаниями, так как они позволяют уточнить результаты математического моделирования и скорректировать возможные недочеты в конструкции аппарата, а следовательно, снизить затраты на работы. Также полунатурные испытания позволяют летчику отработать тактику ближнего боя применительно к новым моделям самолетов до проведения тренировок в воздухе, что способствует более безопасному и эффективному проведению натурных испытаний.

Расчет себестоимости и определения экономической эффективности полунатурного моделирования ближнего воздушного боя проведен позаказным методом калькулирования с использованием инструментов финансового анализа.

В результате проведенных расчетов затрат на полунатурное моделирование ближнего воздушного боя определена себестоимость полунатурного моделирования и его экономическая эффективность. Освещены аспекты оценки трудозатрат по этапам НИР, расчета фонда оплаты труда научных сотрудников, амортизации и будущих расходов на потребление электроэнергии.

Экономическая эффективность полунатурного моделирования рассчитана по сравнению с натурными испытаниями. В результате проведенных расчетов получены следующие результаты:

а) фонд оплаты труда – 471 750 рублей, что составляет 62,5% от сметы, составленной с учетом начислений в фонды экономического стимулирования, амортизации и потребления электроэнергии. Высокая доля фонда оплаты труда в общей сумме затрат является характерной для сферы научных исследований, следовательно, это нормальное явление;

б) сумма затрат на полунатурное моделирование ближнего воздушного боя определена и составила 754 344 рублей. Данный показатель может быть снижен за счет уменьшения сроков разработки программы полунатурного моделирования, однако учитывая сложности, связанные с необходимостью многофакторного анализа изучаемого объекта, он не является необусловлено завышенным.

в) экономическая эффективность полунатурного моделирования рассчитывалась по сравнению с затратами на натурные испытания и составила 84,91%.

Определено, что общие затраты на полунатурное моделирование ближнего воздушного боя, включающие также расходы на разработку соответствующей программы и анализ результатов, более чем в 6,5 раз ниже стоимости летных испытаний. Следовательно, доказано, что проведение полунатурного моделирования экономически обосновано.

Список литературы
1. Распоряжение Минтранса РФ от 30.01.2003 N ОС-39-р "О введении в действие "Временных методических рекомендаций по определению стартовой стоимости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при проведении конкурсных торгов на выполнение НИОКР". URL:http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=414941#041255241266693243.
2. Воронина Н.Ф., Соболева Э.И. Проблемы анализа финансовой деятельности в корпорациях. Научное обозрение. Серия 1 // Экономика и право. 2017. № 2-3. С. 56-67.
3. Колмаков В.В., Лиман И.А., Майстер И.В., Полякова А.Г. Теория и методология организации и управления экономическими системами. Монография. Тюмень, 2010.
4. Потапова И.И. Калькуляция и учет. – М.: Академия, 2004. — 160 с.

Анализ опыта зарубежных предприятий по организации сервиса вертолетной техники

Мокроусова А.И.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Калачанов В.Д.
МАИ, Москва
mokranna@yandex.ru

Формирование отечественной конкурентоспособной отрасли вертолетостроения, демонстрирующей позитивную динамику результатов деятельности и рост доли продукции на мировом рынке, является многофакторной задачей. В качестве одного из целевых индикаторов подпрограммы «Вертолетостроение» Государственной программы Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013 – 2025 годы» установлен объем сервисных услуг, которые должны быть оказаны отраслью, а среди ожидаемых результатов – достижение на соответствующем предметном рынке положительной репутации российских вертолетов и создание современной системы их послепродажного обслуживания. В систему управления жизненным циклом авиационных изделий включены такие технологии, как обеспечение их готовности к эксплуатации в соответствии с назначением, оптимизация затрат, связанных, в частности, и с этими процессами. Стоимость жизненного цикла авиационной техники в настоящее время рассматривается в качестве основного экономического критерия ее конкурентоспособности. Кроме того, очевидна зависимость объема продаж авиатехники от гарантий предоставления качественного пакета сервисных услуг, в максимальной степени соответствующих требованиям покупателя, а также рассмотрение их комплекса как значимого структурного компонента в выручке специализированных предприятий и как направление прибыльного бизнеса. В связи с этим, а также учитывая переход конкуренции на более высокую и качественно новую фазу, соответствующую процессам глобализации на мировом рынке авиационной техники, в целях формирования прочных конкурентных преимуществ российского вертолетостроения очевидна актуальность разработки механизма организации эффективной системы сервиса авиационной техники в рассматриваемом сегменте авиастроения.

Сервисные услуги, направленные на создание безопасной и комфортной среды эксплуатации вертолетной техники на общепризнанной сторонами правовой основе, связаны с обеспечением информационной поддержки владельца, в том числе, оформлением необходимой документации для конкретного пользователя, и определение формы коммуникаций с разработчиком; техническим обслуживанием; ремонтом вертолетов; организацией поставок сертифицированных запчастей, в случае необходимости – комплектацией дополнительным оборудованием и др.

Техническое обслуживание и ремонт вертолетов является важным элементом сервиса. Целевое развитие этого сегмента связано с оптимизацией сервисной сети холдинга «Вертолеты России», предусматривающей как построение востребованной эксплуатантами организационной структуры сервисных центров, так и разработку эффективного комплекса бизнес-процессов. Решение этих задач требует, прежде всего, изучение практик организации сервиса ведущих компаний мирового вертолетостроения, таких как Airbus Helicopters, Bell Helicopter, Sikorsky и др., которые уделяют рассматриваемым вопросам пристальное внимание. Результаты анализа организационного построения сети сервисных центров (СЦ) позволяют отметить смещение акцента на независимые структуры, которые по своей численности в несколько раз превышают собственные СЦ. Подобное соотношение наиболее полно реализует стратегию расширения географии покрытия рассматриваемыми сервисными услугами потенциально перспективных территорий, что должно оказывать стимулирующее действие на продажи вертолетов в соответствующие регионы и снижение затрат при их эксплуатации в связи с приближением к местам базирования данной авиатехники.

Полнота охвата спектра работ по техническому обслуживанию и ремонту парка вертолетов определяет вариантность оснащения территориальных сервисных центров.

Значимым является также правовой аспект процессов создания и функционирования сервисных центров, оперативность и согласованность требований всех заинтересованных сторон процедуры сертификации СЦ, разработка системы мер, препятствующих формированию рынка запчастей и агрегатов неоригинального производства.

Учитывая вышеизложенное, можно отметить, что, являясь важным компонентом управления жизненным циклом изделия, развитие сервиса в сегменте вертолетостроения должно ориентироваться на организацию многоуровневой сети СЦ, базовым принципом которой является системность технологий поддержки высокого уровня готовности техники к успешному выполнению поставленных задач в установленные сроки.

Цифровые компетенции как фактор развития специалистов предприятий авиационной промышленности

Морщагина В.А., Морщагина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кондрашева Н.Н.
МАИ, Ступино
vika2501m@bk.ru

В современных рыночных условиях качественный переход на новый уровень экономики, в которой будут активно использоваться информационно-телекоммуникационные технологии, зависит от умения и навыков квалифицированных специалистов, от формирования и развития цифровых компетенций персонала предприятий, особенно в наукоемких сферах. Побудительным мотивом успешной работы персонала в профессиональной цифровой среде является развитие цифровых компетенций.

Совершенствование цифровой экономики направлено на повышение уровня доступности и качества товаров и услуг, которые производятся в цифровой экономике при помощи информационно-телекоммуникационных технологий, а также повышения степени цифровой грамотности.

Уровень цифровых компетенций специалистов необходимо повышать посредством повышения степени цифровой грамотности персонала. Развитая информационная компетенция дает возможность специалистам самостоятельно искать и отбирать данные, преобразовывать и распространять их в информационном поле.

Объектом исследования являются высокотехнологичные предприятия авиационной промышленности. Предмет исследования – умение и навыки персонала предприятий профессионально работать в цифровой среде.

Целью исследования является определение подходов к формированию устойчивых цифровых компетенций персонала наукоемкого производства.

Исследования цифровой грамотности специалистов предприятия авиационной промышленности показало, что индекс цифровой грамотности составляет около 5 баллов (по десятибалльной шкале), что является недостаточным для эффективной работы с информационно-телекоммуникационными технологиями.

Повышение уровня цифровых компетенций персонала произойдет за счет формирования базовых информационных компетенций, таких как навык работы с программным обеспечением (текстовыми редакторами, электронной почтой и т. д.), вести документацию на электронных носителях, использовать компьютерные и мультимедийные технологии в профессиональной деятельности и др.

Адаптация маркетинговой стратегии продвижения импортозамещающего продукта отечественного предприятия к российской рыночной конъюнктуре в рамках глобализационных процессов

Новиков А.С., Ковалева А.В.
МАИ, Москва
novikov@mai.ru

В связи с современной политической ситуацией, со стороны европейских стран-импортеров продукции различного назначения на Россию были наложены санкции, ограничивающие импорт на внутренний рынок. Ответной мерой на санкционные ограничения является импортозамещающая инициатива, призванная повысить национальную независимость от зарубежных поставок. В связи с ростом государственной поддержки отечественных производителей, у предприятий появилась

возможность вывести собственные товары на рынок в условиях ограниченной конкуренции со стороны зарубежных компаний. Однако одной из ключевых проблем успешного входа на рынок и продвижения на нем отечественных товаров, является относительное отсутствие лояльности и доверия потребителей к отечественной продукции, что связано с активным распространением и присутствием на отечественном рынке зарубежных компаний и приверженности потребителя той продукции, которая долгое время находилась в фокусе его внимания.

Перед предприятиями возникла необходимость подбора грамотной конкурентной маркетинговой стратегии в сложившихся рыночных условиях. Основным условием любой конкурентной стратегии является удовлетворение потребностей клиентов, однако в случае, когда речь идет об импортозамещающей продукции, следует учитывать необходимость завоевания лояльности потребителя к производимому товару. На глобальном уровне в странах, успешно реализовавших политику импортозамещения, она не рассматривалась в качестве долгосрочной экономической стратегии. Она была необходима для защиты отечественных производителей и обеспечения экономической независимости. Потребителем же это воспринималось как вынужденная мера, которая впоследствии прижилась на внутреннем рынке. Однако в долгосрочной перспективе на уровне отдельно взятого предприятия нельзя таким образом строить восприятие собственной продукции. Выстраивание успешной маркетинговой политики может позволить повысить индекс потребительской лояльности, а значит, сделать предприятие априори конкурентоспособным, позволив в дальнейшем вывести собственную продукцию на мировые рынки. В рамках процессов глобализации экономики, подобный подход при грамотном планировании, позволит вывести предприятие на конкурентоспособный уровень.

Когда речь идет об импортозамещающей продукции, предприятия имеют дело с созданием аналога продукта, который уже был выведен на рынок. В данном случае стоит продумать конкурентную стратегию предприятия с позиций формирования образа продукта и завоевания лояльности потребителя, которые, тесно связаны с текущей политической и социальной ситуацией. При планировании стратегии следует очень точно оценить все колебания на рынке и текущую экономическую ситуацию. Возможность четко спрогнозировать ситуацию в подобных нестабильных условиях представляется крайне сложной, однако меры по государственной поддержке в рамках импортозамещающей инициативы, гарантируют относительную стабильность, если рассматривать стратегию предприятия в экономическом аспекте.

Парадокс Джевонса при формировании энергоэффективной экономики

Пушкарев М.Д.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
maxsim.pushkarev01@gmail.com

Необходимость сокращения потребления и использования энергетических ресурсов является ориентиром для современной государственной политики в области энергоэффективности. Однако данное утверждение может таить в себе серьезную опасность. Это связано, прежде всего, с возможностью возникновения парадокса Джевонса.

Эффект Джевонса достаточно подробно описан в экономической литературе и означает возникновение ситуации, когда технологический прогресс параллельно с увеличением эффективности использования какого-либо ресурса, увеличивает и объем его потребления. Данный парадокс был отмечен в 1865 году английским экономистом Ульямом Стэнли Джевонсом, который отмечал, что технологические усовершенствования, которые увеличивают эффективность использования угля, одновременно ведут к увеличению потребления угля в различных сферах промышленности: «Ошибочно думать, что экономичное использование топлива означает снижение его потребления. Верно как раз обратное». Наглядным примером парадокса Джевонса является американская экономика.

Повышение эффективности использования энергоресурсов во всех сферах экономики, приводя к проявлению парадокса Джевонса, тем не менее стимулирует рост национального дохода и занятости, что необходимо для повышения роли государства при формировании энергоэффективной экономики.

Список литературы

1. Staffell I., Jansen M., Chase A., Cotton E., Lewis C. Energy Revolution: Global Outlook. Drax: Selby. 2018.

2. Мельник Л.Г. Теория самоорганизации экономических систем. Сумы: Университетская книга, 2012. 439 с.

3. Лукманова И. Г., Голов Р. С., Смирнов В.Г. Методический подход к повышению энергоэффективности промышленных предприятий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 4. С. 337–341.

4. Пушкарева М.Б.,Пушкарев М.Д. Возможность возникновения парадокса Джевонса при формировании энергоэффективной экономики // Экономика и управление в машиностроении. 2018.№ 5. С. 28-30.

Энергоэффективность и энергосбережение в России на фоне опыта зарубежных стран

Рубанова А.И., Меркулов М.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
Ashas_r@mail.ru

На данный момент во всём мире стоит серьёзная проблема, связанная с общим чрезмерным потреблением энергии и в целом низкой энергоэффективностью как в жилых зданиях, так и в промышленных центрах и объектах инфраструктуры.

По проведенным результатам, совсем недавно Россия заметно уступала в своей эффективности использования электрической энергии большинству развитых стран. Многие страны, например: Китай, Исландия и США – более чем в 2 раза опережали Россию в данном показателе,в то время как в Японии этот показатель и вовсе был выше отечественного более чем в 6 раз! Электроэнергия, используемая в России зря, равна по объёму годовому потреблению Франции по данному показателю, а финансирование развития технологий по энергоэффективности заметно уступает по своему объёму другим странам Западной Европы и США.

Однако определение направления развития энергосбережения сейчас является значимым аспектом и присутствует в политике рационального использования энергетических ресурсов ведущих стран, в частности это затрагивает непосредственного потребителя и производителя энергии, как и мера административного воздействия. Сегодня Россия так же определяет данные аспекты и дает направления новым возможностям. К одному из главных мероприятий по повышению энергоэффективности сейчас можно отнести проект, определенный в программе No2446-р «Энергосбережения и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»,суть которого является в выводе и эксплуатации оборудования и замены его новым.

Поэтому нельзя говорить о том, что у России нет возможности повернуть ситуацию в лучшую сторону. Да, в сфере энергоэффективности и энергосбережения российской экономике ещё многое предстоит сделать, узнать и добиться результатов, поэтому мы находимся только в начале пути.В связи с этим уже сейчас государство акцентирует и обращает внимание на суть данного вопроса: субсидируются проекты, успешно реализованные в Европе ранее. Внедряются новые прототипы жилых корпусов и домов и жилых помещений, пришедшие к нам из Европейских стран, заслужившие в свое время звание Энергетически независимых домов будущего. Существует множество, хоть и не самых простых путей и способов решения сложившейся ситуации, и в этом вопросе мы как никто другой должны опираться как на себя, так и на зарубежный опыт наших партнёров.

Анализ организационно-экономического взаимодействия предприятий аэрокосмического комплекса при создании высокотехнологичной продукции

Сысоева Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Немчинов О.А.
Самарский университет, Самара
snerk1996@mail.ru

В настоящее время важнейшей задачей государства в отношении авиационной промышленности является преодоление технологического отставания России от ведущих стран мира, развитие высокотехнологичного сектора российской экономики с точки зрения конкурентоспособности и национальной безопасности.

В данной работе была рассмотрена зависимость развития отечественной отрасли авиационной промышленности и востребованности современной авиатехники от использования кооперационных проектов и сотрудничества с международными партнерами и ведущими мировыми корпорациями.

В ходе исследования были выявлены основные причины, вследствие которых Россия на сегодняшний день не занимает лидирующих позиций на рынке гражданского авиастроения.

Прежде всего, это низкая доля самолетов отечественного производства в парке воздушных судов ведущих авиакомпаний России. Выйдя на мировой рынок, российская авиационная промышленность не смогла конкурировать с ведущими авиастроительными западными корпорациями, чьи самолеты эксплуатируют отечественные авиакомпании.

Также одной из причин является сложность через рыночные механизмы осуществить стратегический прорыв в области технологий, особенно если рынок не заинтересован в определенном продукте. Дело в том, что в современном авиастроении считается нецелесообразным начинать программу разработки нового самолета, если не прогнозируется объем продаж хотя бы на уровне нескольких сотен изделий, ввиду значительных величин постоянных затрат на разработку и подготовку серийного производства [1].

Таким образом, был сделан вывод о том, что одним из инструментов решения возникших в отрасли проблем может стать международное взаимодействие при создании авиационной продукции.

Применение международной промышленной кооперации рассмотрено на примере ближнемагистрального регионального самолета Superjet-100 (разработку SSJ-100 проводит АО «Гражданские самолеты Сухого»), призванного заменить отечественные авиалайнеры предыдущего поколения.

В проекте Superjet участвуют три крупных международных компании: Boeing (США), Snecma (Франция) и Alenia Aeronautica (Италия). Компоненты для самолета поставляются большим количеством иностранных производителей, что обусловлено целью вывода воздушного судна на международный рынок, где есть возможность окупить затраты на его производство.

В рамках исследования был проанализирован ряд действующих эксплуатантов SSJ-100. Анализ показал, что с каждым годом эксплуатация данного российского самолета на зарубежных направлениях и иностранными авиакомпаниями становится все более интенсивной.

Кроме того, в работе доказано, что международная кооперация – эффективная модель, используемая сегодня при производстве конкурентоспособной авиатехники. Для этого были рассмотрены страны происхождения компаний, участвующих в кооперации при создании двух иностранных конкурентов SSJ-100: Embraer (Бразилия) и Bombardier (Канада). Изучение данного вопроса показало, в этих проектах задействовано еще большее количество международных участников, что вызвано современной необходимостью [2].

По ряду причин, среди которых осложнение геополитической обстановки и потребность в обеспечении рентабельных объемов сбыта, российская промышленность вступает в кооперацию с перспективными авиационными странами Азии. В этой связи в рамках исследования была оценена зависимость затрат на производство воздушного судна от степени интенсивности кооперационных связей при его создании.

При расчетах учитывались разные варианты производства самолетов: самостоятельно на территории одной страны либо на территории одной страны, но с продолжением импорта некоторых комплектующих изделий, либо на территориях нескольких стран-участниц. Также в результатах расчетов были учтены процентные доли рынка, которые может занять воздушное судно. Исследование показало, что самолеты, произведенные с большей долей международной кооперации, имеют широкие рынки сбыта и, как следствие, занимают большую долю мирового рынка.

Таким образом, международное взаимодействие в сфере разработки и производства авиационной техники позволяет существенно сократить потери российской экономики и авиапрома, вызванные относительно малой емкостью национального рынка.

Кроме того, стоит отметить, что в будущем нельзя будет создавать проекты без грамотной консолидации мировых интеллектуальных и финансовых ресурсов.

Список литературы

1. Чувашлова М.В. Внедрение контролинга в систему управления предприятием авиационной промышленности [Электронный ресурс]. URL: https://monographies.ru/en/book/section?id=6377

2. Сысоева Е.В. Организационно-экономический механизм управления кооперацией авиастроительных предприятий при создании высокотехнологичной продукции // Материалы III международной научно-практической молодежной конференции «Творческий потенциал молодежи в решении авиакосмических проблем» (Февральские чтения – 2018), 12-14 февраля 2018 г., Баку, Азербайджан. Центр Полиграфии Национальной Академии Авиации, С. 216-219.

Оценка и повышение конкурентоспособности авиакомпании ПАО «Аэрофлот» на международном рынке

Хаджаев З.Ш.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сивоплясова С.Ю.
МАИ, Серпухов
zabir125@mail.ru

В настоящее время авиатранспорт и авиационные перевозки являются одним из наиболее важных секторов мировой экономики, технические достижения делают их одними из крупнейших участников на мировой арене. Авиарынок взаимодействует и влияет на развитие туризма, гостиничного дела, индустрии телекоммуникаций, пищевой промышленности и другие отрасли.

На данный момент мировой рынок имеет больший потенциал, чем национальный. Географическое положение РФ способствует «объединению» потоков Европы и Азии. Поэтому повышение международной конкурентоспособности – это важное и необходимое условие для успешной интеграции России в мировую индустрию авиаперевозок.

ПАО «Аэрофлот» является бесспорным лидером гражданской авиации РФ и фактическим национальным авиаперевозчиком.

В 2017 году авиакомпания «Аэрофлот» перевезла 32,8 млн человек, что на 13,3% превышает результат предыдущего года. В 2017 году сеть маршрутов Группы охватывала 315 регулярных направлений в 52 страны мира (включая Россию), сеть авиакомпании «Аэрофлот» – 139 регулярных направлений в 51 страну мира. Компания за 2017 год выполнила 243317 рейсов.

Аэрофлот действует в сильно конкурентной среде, постоянно испытывает конкуренцию со стороны национальных и международных авиаперевозчиков. Аэрофлот должен проводить мероприятия по улучшению качества и ассортимента предоставляемых сервисных услуг, расширению географии полетов, оптимизации маршрутов как на международных рейсах, так и внутри России.

В 2018 в ТОП – 100 авиакомпаний мира Аэрофлот занял 23 место. Его конкуренты – компании, занимающие следующие места: Lufthansa (7 место), Turkish Airlines (18 место), Finnare (27 место).

Проведенный конкурентный анализ показал, что Аэрофлот уступает своим международным конкурентам Turkish Airlines и Lufthansa, но опережает Finnare по количеству пунктов назначения и пассажиропотоку, поэтому в долгосрочной перспективе необходимо расширять географию полетов посредством сотрудничества с другими авиакомпании мира.

Индекс потребительской лояльности является высоким среди данных компаний, но уступает Turkish Airlines. Однако авиапарк «Аэрофлота» является самым молодым среди данных конкурентов и одним из самых молодых в мире.

Таким образом, «Аэрофлот» хоть и является лучшей авиакомпанией Восточной Европы, однако уступает европейским авиакомпаниям. Но благодаря своему молодому авиапарку имеет возможность улучшить свои показатели.

Уровень конкурентоспособности авиаперевозчика на международном рынке зависит от конкурентоспособности её услуг, то есть рейсов, производимых этим авиаперевозчиком.

Для того чтобы рейсы авиакомпаний пользовались спросом, она должна совершенствовать свою маршрутную сеть, повышать безопасность как на борту самолёта, так и на земле, а также повышать комфортность полётов, что зависит от состояния воздушного флота авиаперевозчика.

Аэрофлот поддерживает стабильно высокий уровень безопасности полетов.

Безопасность рейсов является важной компонентой деятельности авиакомпании, поэтому необходимо совершенствовать свой флот ВС.

В 2017 году значение уровня безопасности полетов воздушных судов авиакомпании «Аэрофлот» составило 99.972%. превысив заданный уровень в 99.957%.

Флот компании является одним из самых молодых в мире, средний возраст самолёта составляет 4,1 года. Аэрофлот имеет 251 авиалайнер – Airbus A320, A330, Boeing 737, Boeing 777 и Sukhoi Superjet 100.

Также важным элементом состояния самолёта является такой показатель, как средний налет.

Однако несмотря на «молодой» флот, существуют проблемы со среднесуточным налетом на некоторых типах ВС. Причинами небольших налетов являются нехватка и длительные сроки поставки запчастей, а также конструктивный недостаток двигателя (необходим капитальный ремонт после 1000-4000 ч, вместо заявленных 7500–8000 ч.)

Для того чтобы уменьшить время простоя некоторых типов ВС, Аэрофлоту необходимо вводить более безопасные и с хорошо налаженным постпродажным сервисом ВС, зарекомендовавшие себя на международном рынке.

Эти мероприятия позволят сократить издержки на обслуживание «нелетающих» самолетов, связанных с проблемами послепродажного обслуживания – дороговизны и нехватки запчастей, а также из-за длительного срока их доставки.

Список литературы

1. Воздушный кодекс РФ.

2. Афанасьев В.Г. Коммерческая эксплуатация международных воздушных линий. – М.: Транспорт, 2015. – 325 с.

3. Афанасьев В.Г. Международные отношения в области гражданской авиации. – М.: Международные отношения, 2016. – 244 с.

4. Афанасьев В.Г. Организация международных воздушных перевозок. Перевозки пассажиров и багажа. – М.: Воздушный транспорт, 2016. – 115 с.

Совершенствование инструментов принятия решений производственной деятельности авиакомпаний в системе управления перевозками

Харитонова Е.Н.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Немчинов О.А.

Самарский университет, Самара

lena.haritonova1998@gmail.com

Отрасль авиаперевозок в России находится на стадии развития. На данный момент насчитывается около 200 компаний по предоставлению авиатранспортных услуг. С развитием рыночной экономики пристальное внимание концентрируется на управлении экономической политикой авиапредприятия, учитывая особую олигополистическую структуру данной сферы [1].

Ситуацию на рынке авиаперевозок можно описать теорией Гарвардской школы экономики под названием «Структура – поведение – результат». В основу данной теории заложено представление о том, что результат функционирования отрасли зависит от поведения продавцов и покупателей, которое, в свою очередь, определяется структурой отрасли. Структура отрасли зависит от условий функционирования: технологий, спроса и т.д. Поведение конкурирующих участников данной отрасли возможно описать, опираясь на основные законы теории игр – науки, изучающей принципы принятия решений в ситуациях, в которых несколько игроков взаимодействуют между собой [2].

Выбор стратегии зависит от статуса игрока на рынке: ведущие игроки, закрепившие себя на «верхушке» отрасли, стараются оставаться на своих позициях путем модернизации и совершенствования продукции; второстепенные игроки анализируют действия игроков, находящихся на уровень выше с целью продвижения своих услуг на более широкую аудиторию; игроки, находящиеся внизу, имеют локальных клиентов и предлагают единую цену для всех.

Существуют различные виды стратегических решений: введение краткосрочных льготных тарифов на популярные направления перелетов с целью повысить пассажиропоток и занять устойчивое положение на воздушной линии; разработка продукта, удовлетворяющего запросам потребителя; совершенствование использования доходов и расходов и т.д. [3].

На российском рынке авиаперевозок примером стратегических решений служит разработка программ лояльности. У ведущих авиакомпаний России («Аэрофлот – российские авиалинии», «ЮТэйр» и т.д.) программы лояльности предлагают различные бонусы и преимущества использования каждого авиаперевозчика. Интересным стратегическим ходом также является выкуп блока мест на чартерные рейсы. В России одними из первых партнеров этой бизнес-стратегии стали авиакомпания «Аэрофлот» и компания «Инна-тур». Ей удалось стать агентом «Аэрофлота», обеспечивающим авиакомпании от 6 до 15% выручки. Чтобы получить льготную цену авиакомпании в Тунис или Париж, «Инна-Тур» брала на себя обязательства загружать туристами пустые и полупустые рейсы, например, ночные.

При планировании перелета главными критериями выбора потребителем перевозчика являются приемлемая цена, качество предоставляемой услуги и удобное время. Авиалинию занимают большое количество авиакомпаний, но выбор останавливается на тех, кто создает необходимые условия для благоприятного ведения бизнеса: имидж, реклама, создание крепкого бренда.

В рамках исследования проанализирована тарифная политика трех авиакомпаний «Сибирь», «Уральские авиалинии» и «Red Wings» на выбранной воздушной линии Домодедово (г. Москва) – Толмачево (г. Новосибирск). Рассматриваемые авиакомпании обладают разными ресурсными

мощностями («Сибирь» – 3 место в рейтинге основных авиаперевозчиков России, «Уральские авиалинии» – 4 место, «Red Wings» – 12 место).

Используя статистические данные эксплуатационных показателей функционирования рассматриваемых авиакомпаний, создана модель определения суточной интенсивности движения воздушных судов с учетом критериев (и их весовых коэффициентов) привлекательности перевозчиков для пассажира при изменяемых значениях тарифа на перевозку. Проведенное исследование позволяет оптимизировать экономические показатели деятельности (доходы, расходы, прибыль, рентабельность) авиакомпании при условии заполняемости рейсов, соответствующей коэффициенту занятости кресел.

Отрасль авиаперевозок является сложной системой различных факторов, влияющих на создание большей выгоды. Используя стратегические решения для ведения «игры» на рынке, перевозчик разрабатывает политику своего предприятия с целью повышения эффективности экономической составляющей авиатранспортного бизнеса.

Список литературы

1. Немчинов О.А. Авиатранспортный маркетинг: экономическая эффективность эксплуатационной деятельности авиакомпании: учеб. пособие / О.А. Немчинов, О.М. Жуков. – Самара: Издательство Самарского университета, 2018. – 116 с.

2. Дуплякин В.М. Теория игр: учеб. пособие / В.М. Дуплякин – Самара: Издательство Самарского государственного аэрокосмического университета, 2011. – 191 с.

3. Бранденбургер А. Правильная игра: теория игр и стратегия бизнеса / Адам Бранденбургер, Барри Нейлбафф. – Журнал «Harward Business Review Россия», май 2008. [Электронный ресурс]. URL: http://www.germostroy.ru/art_884.php (дата обращения: 9.09.2018 г.).

Разработка основных направлений стратегического развития ФГУП «ВИАМ»

Шарапкина Е.А., Касымов М.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Михайлова Л.В.
МАИ, Москва
ekaterina.kasymova@mail.ru

ФГУП «ВИАМ» – крупнейшее материаловедческое государственное предприятие, которое занимается разработкой новых материалов и технологий, определяющих облик современной авиационно-космической техники.

Целью работы является разработка методических положений по выбору направлений стратегического развития высокотехнологичного предприятия.

Анализ конкурентоспособности, в том числе SWOT-анализ, показали, что ФГУП «ВИАМ» занимает лидирующие позиции в отрасли разработки новых материалов и технологий. Сильными сторонами предприятия являются опыт в сфере разработки новых материалов и технологий, высококвалифицированный персонал, наличие собственных средств для осуществления внутренней модернизации работы организации. Все это дает предприятию возможность развиваться и эффективно функционировать.

Одним из основных направлений стратегического развития ФГУП «ВИАМ» является внешняя интеграция, которая позволит при разработке нового материала чётко представлять область его применения и специфические особенности конструкций, в которых он будет использован, то есть разработка модели «Материал-Технология-Конструкция».

Основой успешной реализации стратегических направлений развития материалов и технологий является соблюдение следующих основополагающих принципов:

1) базирование на результатах фундаментальных исследований, полученных ведущими научно-исследовательскими организациями совместно с институтами РАН;
2) использование «зеленых» технологий при создании материалов;
3) реализация полного жизненного цикла от создания материала до его эксплуатации в конструкции, диагностики, ремонта, продления ресурса и утилизации;
4) неразрывность материалов, технологий и конструкций.

Реализация данного стратегического направления позволит создать «умные» конструкции, в том числе материалы с эффектом памяти формы для интеллектуальных систем, сверхлегкие конструкции для различных отраслей промышленности и др.

Принятие управленческих решений в АО «Авангард»

Аверкин Т.Э.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
thelifeoftikhon@gmail.com

Акционерное общество «Авангард» (г. Сафоново, Смоленская область) – ведущее предприятие России по производству крупногабаритных изделий из стеклопластика, а также продукции из пластмасс и резины. В настоящее время АО «Авангард» входит в состав одного из крупнейших ракетостроительных холдингов России – АО «ВПК «НПО машиностроения», в составе которого в 2013 году вошло в АО "Корпорация "Тактическое ракетное вооружение". В интересах обороны страны на предприятии серийно производятся транспортно-пусковые контейнеры и корпуса двигателей твердотопливных ракет, а также элементы брони и противорадиационной защиты для бронетанковой техники.

Процесс принятия управленческих решений в базовой организации включает в себя следующие этапы:

1. Постановка проблемы (ее определение). Используются два варианта постановки проблемы. Во-первых, проблемой считается ситуация, когда установленные цели не достигнуты. В данном случае воздействие на проблемную ситуацию будет являться реактивным управлением. Во-вторых, в качестве проблемы рассматривается потенциальная возможность. Это будет упреждающим управлением. В данном случае проблема определяется в случае необходимости улучшения хода дела, либо с целью извлечения выгоды исходя из появившихся возможностей.
2. Формулировка ограничений и критериев принятия решения. Данный этап предполагает учет внутренних и внешних ограничений. Среди внутренних ограничений особое место занимают ресурсы: человеческие, финансовые, временные.
3. Определение альтернатив. На данном этапе необходимо выявить все возможные альтернативные пути и средства ликвидации проблемы.
4. Оценка альтернатив. Выявленные альтернативы требуют соответствующей оценки.
5. Выбор. По результатам оценки выбирается наиболее привлекательная альтернатива.
6. Реализация. На данном этапе принимаются меры для конкретизации решения и доведения его до исполнителей, осуществляется распределение обязанностей, а также необходимых ресурсов
7. Контроль. Помимо стандартных процедур, данный этап предполагает выявление отклонений и внесение поправок, которые позволяют реализовать управленческое решение полностью. Также контроль позволяет наладить обратную связь между управляющей и управляемой системами.

Список литературы

1. Аверкин Т.А., Михайлов А.А. Особенности аттестации персонала в АО «Авангард» // 17-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2018». 19–23 ноября 2018 года. Москва. – Типография «Люксор», 2018. С. 547-548.
2. 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.
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.

Совершенствование технологий подбора и отбора персонала

Агеев М.Н.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Нахабино
maxageev94@mail.ru

Система управления персоналом включает в себя множество процессов, необходимых для достижения целей конкретной организации, и одним из таких является – подбор и отбор персонала.

Любая организация практически всегда испытывает потребность в сотрудниках. Набор персонала – привлечение сотрудников в компанию для создания необходимого резерва кандидатов или закрытия вакантных мест. Рекрутмент (подбор и отбор персонала) – совокупность мероприятий для

привлечения кандидатов, которые обладают необходимыми качествами, опытом, квалификацией, базой теоретических знаний для достижения поставленных целей организации.

Существуют два вида набора персонала: внутренний – закрытие вакансии за счет сотрудников, уже работающих в компании, в свою очередь является наиболее простым способом, и внешний, при котором рассматриваются новые сотрудники, привлекаемые за счет размещения вакансий на различных сайтах, в СМИ и так далее.

Методы подбора персонала также делятся на две категории – активные и пассивные. К активным относятся: обращения в рекрутинговые агентства, активный поиск в интернете и базах агентств, вербовка персонала посредствам укрепления связи между учебными заведениями, государственными центрами занятости, ярмарки вакансий, различные фестивали, презентации и конференции. К пассивным методам относят рекламу в средствах массовой информации, рекламу в социальных сетях и простое ожидание кандидатов.

Технологии подбора и отбора персонала разнообразны в своем роде, но следует учесть тот факт, что если руководитель хочет найти максимально быстро и наиболее квалифицированного сотрудника – недостаточное использование одной технологии или одного метода. Наиболее распространенные и устоявшиеся технологии подбора персонала: рекрутинг – подбор квалифицированных специалистов, как правило, прямой поиск – поиск управленцев среднего звена или уникальных (редких) сотрудников, HeadHunting – найм определенного работающего специалиста и массовый рекрутинг – для большой массы кандидатов, то есть для сотрудников базового и низшего уровня в организации. Компания самостоятельно определяет наиболее подходящую для нее технологию. Особое внимание следует уделить источникам подбора, таким как центры занятости, ярмарка вакансий, кадровый резерв и тому подобное.

Один из современных методов подбора и отбора персонала является поиск кандидатов в социальных сетях – SMM (Social Media Marketing) – маркетинг в социальных сетях. SMM – процесс, с помощью которого происходит привлечение внимания через социальные сети, веб-сайты и другие онлайн сервисы. В последнее время с помощью маркетинга в социальных сетях возможно создавать гораздо больший трафик потока заявок, резюме и соответственно увеличивать выбор кандидатов, и, как следствие, увеличить процент сходства вакансии с резюме.

Подбор и отбор персонала – один из самых важных и самых сложных процессов в организации, от персонала зависит дальнейшая судьба, прибыль и имидж компании. Компании необходимо постоянно совершенствовать методы и технологии подбора и отбора персонала. Например, для массового привлечения кандидатов можно использовать тест и анкетирование по почте, чтобы по результатам проверки тестов рекрутер сразу выявил сотрудников, которые не подходят в компанию изначально.

Список литературы

1. Агеев М.Н., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. 2019. №1.
2. Романадзе Е.Л., Семина А.П. Обзор методов оценки персонала в современных организациях // Московский экономический журнал. 2019. №1
3. Семина А.П., Коновалова В.Г. Организационная культура партнерских организаций // Реформы в России и проблема управления. - М.: Государственный университет управления (Москва), 2018. - С. 213-215.
4. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. №5. С. 22.
5. 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 процесса адаптации космонавтов в экспедициях на МКС

Александрова М.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Коновалова В.Г.
МАИ, Москва
magma.rina@mail.ru

Считается, что человек занял господствующую позицию на нашей планете именно благодаря умению адаптироваться и приспосабливаться к изменяющимся условиям. В современном мире процесс адаптации персонала на рабочем месте является одной из ключевых составляющих успешной и эффективной деятельности, поэтому требуется следить за данным процессом, уделяя ему особое внимание.

Под адаптацией персонала понимают процесс вхождения работника в должность, приспособление к новым условиям трудовой деятельности, коллективу, а также принятие социальных ролей, норм и ценностей организации. Выбор методов адаптации может меняться в зависимости от задач, требуемых от данного процесса, наличия опыта у нового работника, специфики трудовой функции персонала и количества сотрудников.

Экипаж МКС обычно состоит из международной команды космонавтов и астронавтов в количестве от 3 до 6 человек. В длительных экспедициях они могут находиться в неизменном составе 160 – 200 дней. Это позволяет сделать вывод, что труд на МКС можно охарактеризовать как срочную проектную деятельность малой мультинациональной рабочей группы в условиях специфической изолированности. Малые рабочие группы, к которым можно отнести и экипаж МКС, отличаются от больших групп тем, что все её члены часто и подолгу лично контактируют друг с другом, знают всех не только в лицо, но и по именам. Учитывая данную специфику, процесс адаптации следует разделить на четыре этапа:

1. Оценка уровня подготовленности. При формировании экипажа МКС кандидаты проходят многочисленные тесты, которые определяют, насколько они готовы к экспедиции.
2. Ориентация на рабочем месте. Короткий этап, в ходе которого космонавты обосновывается на МКС, проводят обязательный брифинг по безопасности, привыкают к невесомости, запоминают или вспоминают расположение модулей.
3. Действенная адаптация. Практически сразу после прибытия на МКС экипаж начинает работать над срочными грузами, постепенно знакомясь с текущим положением дел.
4. Функционирование. Заключающий этап, на котором экипаж достигает максимального уровня эффективности, привыкнув к режиму и к работе на МКС.

Несмотря на то, что процесс адаптации космонавтов должен проходить в минимальные сроки, он может осложняться тем, что они могут долго находиться в одиночестве, дежуря, проводя исследования и отдыхая в спальном модуле. Из-за этого зачастую у космонавтов может развиваться чувство обособленности и тоски. Но с этой проблемой справляются при помощи общего режима, обязательного для всех, поэтому во время приёма пищи у космонавтов и астронавтов есть возможность обсудить интересы. Причём общение происходит на «рунглише» – смеси русского и английского языков. С психологической точки зрения, человеку приятнее, если к нему обращаются на родном языке, поэтому на МКС разговоры начинаются на одном из этих языков, в зависимости от того, к кому обращается говорящий. Некоторые исследования требуют участия двух и более людей, и когда астронавтам требуется помощь российских космонавтов, они не отказываются, что также способствует повышению общения и ускорению адаптации экипажа МКС.

Список литературы

1. Королева Е.А., Мурадова Н.М., Коротун В.Л. Особенности адаптации персонала в аэрокосмической промышленности //Гагаринские чтения-2018. 2018. С. 369.
2. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: Учебное пособие / Ставрополь, 2018
3. Попов С. Г. Управление персоналом: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп //М.: Ось-89. – 2007.
4. Сумер Е.В., Андриуца О.И. Управление стрессами // Социально-экономические науки и гуманитарные исследования: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2016

Фриланс в сфере авиации

Артемьева Е.И.
МАИ, Хотьково
artemeva.Liza@mail.ru

Уточним сущность понятия Freelance. Под ним понимают работу по найму, когда работодатель ищет себе исполнителя и дает ему задания.

Сейчас вопрос о работе фрилансером является очень актуальным, так как сотрудник относительно свободен и имеет гибкий график, это достаточно удобно.

Фриланс нашел своё применение во многих сферах, авиация не стала исключением.

Авиационный фриланс — это вид трудовых отношений бортпроводников бизнес-авиации, где бортпроводник не состоит в штате авиакомпании, а выходит в рейс по собственному желанию и договоренностью с авиапредприятием. В таком случае вы можете выбрать подходящий вам срок работы. В качестве теста может быть проведен пробный полет.

Бизнес авиация на территории Российской Федерации, несмотря на то, то развита далеко не самым лучшим образом, всё же весьма успешно функционирует. Конечно, заботиться о своём собственном воздушном судне, не смотря на то, что оно собой представляет, самолёт, вертолёт, либо что-то иное, весьма проблематично, и именно это и придало толчок к возникновению авиационных предприятий.

Бизнес авиация компаний, работающих на территории России, составляют список из 14 авиаперевозчиков, а это весьма внушительное число авиаоператоров, значительно превышающее и местных, и чартерных авиаперевозчиков вместе взятых.

Необходимо отметить, что помимо того, что бизнес авиация компаний России, представленных несколько выше, услуги своих бизнес-джетов предоставляют также и другие авиаперевозчики, в том числе задействованные на магистральных и региональных авиаперевозках.

Большинство российских самолётов для бизнес авиации на сегодняшний день пришло ещё со времён Советского Союза – это переделанные и модифицированные "Ту", "Як" и другие, что не вселяет уверенность в них в сердца российских бизнесменов, да и не всегда подходит для выполнения полётов согласно установленным международным стандартам. Помимо всего прочего, большинство авиакомпаний, специализирующихся на оказании услуг бизнес авиации, терпят внушительные издержки из-за высокого расхода самолётом топлива.

Работая над этим вопросом я сделала выводы, что бизнес авиация России имеет достаточно много компаний, использование их в настоящий момент весьма актуально для многих россиян, и потому стоит предположить, что в ближайших несколько лет на территории России появятся новые бизнес авиация компании, что позволит сделать эту среду и без того более конкурентоспособной.

Список литературы

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли // Учебное пособие / Москва, 2017.

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.

Разработка методов и средств организации производства современной авиационной техники в условиях импортозамещения

Артющик В.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
vika565@list.ru

Сложная геополитическая обстановка и санкции в отношении нашей страны требуют оперативного решения проблемы импортозамещения, особенно в том случае, когда дело касается авиационной промышленности. Импортозамещение в этой отрасли тесно связано с понятием «военная безопасность».

Государство имеет достаточно широкий инструментарий для реализации политики импортозамещения. В ходе работы было доказано, что минимальный эффект приносят методы, направленные на ограничение внешней торговли, в то время как наибольший положительный эффект приносят методы, направленные на стимулирование инвестиционной деятельности и продвижение на рынке товаров отечественных производителей. Под положительным эффектом следует понимать создание новых производств и рабочих мест, рост налоговых поступлений, развитие научно-технического задела и т.д. Негативный эффект – осложнение торговых отношений с зарубежными партнерами, ухудшение имиджа страны на международной арене, удорожание товаров на внутреннем рынке, снижение их качества и так далее.

В ходе работы был предложен авторский принцип классификации методов и средств производства авиационный техники, который в дальнейшем позволит подобрать наиболее оптимальный способ реализации импортозамещающей политики в авиапромышленности.

Важно заметить, что динамика импорта в нашу страну несколько лет подряд менялась в зависимости от реального курса рубля. Только в 2018 г. данная статистика была нарушена. Как можно заметить из большинства отчетов консалтинговых компаний, с января по октябрь 2018 г. курс рубля к доллару снизился примерно на 14%. Однако последовательного уменьшения импорта за этим не последовало. Таким образом, следует вывод, что если раньше при ослаблении курса рубля объемы импорта уменьшались, то теперь необходимость в импорте оказалась настолько сильна, что вынуждает компании приобретать иностранные товары, несмотря на рост цен. Это в очередной раз

подчеркивает сложную геополитическую обстановку, в которой оказалась наша экономика, и необходимость принятия срочных мер в сторону политики импортозамещения.

На данный момент быстро отказаться от импорта практически невозможно – промышленность Российской Федерации не способна производить достаточное количество высокотехнологичного оборудования, необходимого для развития авиационной отрасли. Именно поэтому президент нашей страны ставит стратегические задачи в области политики импортозамещения до 2025 года.

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 выступит динамика конкурентоспособности отечественной продукции.

Следует особо отметить, что в основу плана импортозамещения должны быть положены задачи создания конкурентоспособных продуктов и выхода на мировой рынок, обладающий гораздо более высоким потенциалом для роста отечественных компаний, а не полной замены всего зарубежного, тем более, что значительная часть оборудования и разработок, поставляемых по импорту, может быть освоена российскими предприятиями.

Всестороннее развитие программы импортозамещения может стать одним из 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.

Список литературы

1. Артющик В.Д., Гусаков А.Г., Тихонов А.И. Развитие авиационной промышленности Российской Федерации в условиях импортозамещения // Московский экономический журнал. 2016. № 3. С. 46.

2. Тихонов А.И. Модель комплексной реализации концепции импортозамещения в инновационной среде (на примере авиационного двигателестроения) // Вестник Московского авиационного института. 2015. Т. 22. № 3. С. 146-153.

3. 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.

4. Тихонов А.И., Сазонов А.А. Новиков С.В. Импортозамещение в России как системо-образующий фактор развития авиационной промышленности // Двигатель. 2018. №3 (117). С. 6-8.

Кадровый профайлинг в управлении персоналом

Барсукова А.В.
Научный руководитель — Денисов А.М.
РТУ МИРЭА, Москва
anechkagaechka@gmail.com

В сфере управления персоналом для эффективной реализации подбора, отбора, мотивации, оценки персонала и других процедур уже используется большое количество различных методов и методик. Одним из них является кадровый профайлинг – современный инструмент управления персоналом.

В настоящее время профайлинг – это набор научных методик, который позволяет считывать и анализировать информацию с человека по его вербальным и невербальным проявлениям, оперативно составлять профиль личности человека и выявлять его глубинные базовые потребности, которые позволяют нам эффективно подстраиваться под него, мотивировать и управлять в профессиональной деятельности [Л].

Изначально методика профайлинга активно применялась различными спецслужбами. Это определило уровень скрытности и секретности технологий проведения данной методики.

На протяжении долгого времени профайлинг использовался в транспортной сфере, в том числе, и в авиакомпаниях, где применяется исключительно для обеспечения безопасности и направлен на наблюдение за пассажирами во время предполётного досмотра для выявления потенциально опасных лиц.

Технология профайлинга является одним из современных инструментов, используемых в управлении персоналом.

Использование профайлинга на практике эффективно для построения профиля личности; сопровождения собеседований и переговоров для определения достоверности информации; создания системы мотивации и стимулирования, определения «внутренней мотивации» сотрудника оценки

компетентности соискателей; прогнозирования успешности адаптации работника к данной должности и организации.

Также профайлинг позволяет определить и сделать упор на сильные стороны работника для экономии средств организации и максимального развития сотрудника и минимизировать возможные риски, обусловленные увольнением сотрудников.

Среди методов профайлинга выделяют:

• Структурированное интервью с оценкой рисков;
• Структурированное интервью с оценкой достоверности по заданному факту;
• Интервью при увольнении;
• Легендированный опрос;
• Анализ видеозаписи;
• Анализ личности по фото.

Благодаря грамотному использованию методики профайлинга в управлении персоналом организация может повысить кадровый потенциал своих сотрудников, что, в свою очередь, приведет к увеличению ее эффективности и конкурентноспособности.

Литература

Стародубова О. Секреты кадрового профайлинга - М.: Международная Академия Исследования Лжи, 2015 – 12 с.

Обзор новых технологических тенденций в HR сфере на предприятиях аэрокосмической промышленности

Бахтина А.Г.
Научный руководитель — доцент Федотова М.А.
МАИ, Москва
anya_bahtina@mail.ru

Сегодня все компании с каждым днем стремятся наращивать свою эффективность и конкурентоспособность. Чтобы оставаться на плаву, необходимо грамотно рассчитывать и сопоставлять результаты с вложениями для их достижения. Поэтому выбор правильной HR-технологии, которая будет соответствовать специфике компании, представляет собой важное стратегическое решение. В данной статье будут рассмотрены направления в области современных HR-технологий.

Как бы банально не звучало, но большинство технологий сейчас применяется на этапе подбора и отбора персонала. Что если сегодня, для того чтобы грамотно организовать и оптимизировать эти процессы, человеческих компетенций уже бывает не всегда достаточно. Особенно это актуально как раз для аэрокосмической промышленности, где при отборе необходимо учитывать все детально и нельзя допустить ошибку. А вероятность допущения такой ошибки с учетом человеческого фактора бывает очень велика. Имеется в виду, что ключевую роль здесь сыграет субъективность суждений, присущая даже признанным профессионалам в своем деле. Поэтому сейчас многие задумываются, возможно ли ее свести к минимуму? Какие шаги для этого предпринять?

Уже сейчас существует так называемый процесс найма «в слепую», который проводится с помощью специального программного обеспечения и позволяет сделать выбор без всякого субъективизма. И кто же проводит тогда этот отбор? Конечно же, роботы. Для того чтобы отобрать правильного кандидата, они используют специальные алгоритмы, которые позволяют проверить на соответствие требованиям должности.

Но это касается процесса подбора, а какие же современные HR-технологии применяются в отношении уже работающего персонала? Для наиболее справедливой оценки всех сотрудников, никак не обойтись без учета производительности. Так, за относительно небольшой промежуток времени стали появляться технологии для замера производительности. В пример можно привести систему Betterworks, которая может автоматизировать многие процессы, а также оптимизировать показатели.

Так как мы живем в век информационных технологий, немаловажную роль для эффективной работы играет интеграция информации, а особенно интеграция с бизнес-показателями. Если брать систему управления знаниями, а также системный подход, то известно, что ни один бизнес процесс не может быть рассмотрен вне системы, то есть быть оторванным от других, иначе это уже не единая система. Именно этим объясняется глобальная интеграция HR функций с современными технологиями. Менеджерам просто необходимо использовать все наработки, доступные в IT сфере для того, чтобы идти в ногу со временем.

Список литературы
1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: Учебное пособие / Ставрополь, 2018.
2. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.
3. Шаталова М.Ю., Федотова М.А., Тихонов А.И. Инновационные подходы развития руководителей // Московский экономический журнал. 2017. № 3. С. 19.

Развитие мотивации персонала как фактор повышения конкурентоспособности организации

Васильев И.В.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
goga.vasilev.97@mail.ru

Одним из самых предпочтительных вопросов, который направлен на повышение конкурентоспособности организации, является определение рычагов мотивации сотрудников. Успешная работа любого предприятия зависит от продуктивного руководства, которое должно четко понимать методы мотивации персонала. Если руководство компании знает, за счет чего возникают мотивы персонала и как грамотно привести их в действие, оно может правильно приводить в действие механизм мотивирования работников.

Прежде чем глубже погрузиться в проблему мотивации персонала, необходимо различить такие схожие понятия, как «стимулирование» и «мотивация». Стимулирование – побуждение работника к достижению поставленной перед ним цели за счет материальных благ, то есть внешние рычаги. Мотивация – метод создания внутренних рычагов стимуляции сотрудника.

Мотивация характеризуется по трем главным позициям:

1. Направленность мотивации (к какой цели стремится человек и что он хочет сделать).
2. Сила мотивации (усердие, с которым он старается выполнить свое намерение, усилие, которое человек готов предпринять).
3. Настойчивость (длительность усилия, которая показывает, как долго будет действовать побуждение).

Мотивация – это процесс побуждения человека к деятельности для достижения целей, направленных на успех организации в целом. Под воздействием мотивации поведение человека зависит от большого количества факторов, является своеобразным и имеет свойство меняться в зависимости от мотивов и фидбэка в связи с работой человека.

Мотивация – мера побуждения человека к действиям, то, что его стимулирует, и заставляет его двигаться к поставленной перед ним цели.

Мотив – причина, которая стимулирует работника увеличивать производительность, направленную на успех в решении поставленной перед ним задачи.

Следует отметить, что один из главных и самых важных ресурсов любой организации – это её сотрудники, но не все руководители четко понимают, как грамотно управлять таким уникальным ресурсом. Успех каждой организации зависит от того, насколько эффективно будет трудиться сотрудник. Известно, что главный мотивирующий фактор – это заработная плата, но существуют и другие факторы, которые заставляют работника выполнять поставленную перед ним задачу. Имеется огромное количество способов воздействия на мотивацию человека, причем разнообразие постоянно растет.

Усердная работа каждого сотрудника неизбежно приведет к успеху организации. Из этого следует, что необходимо сформировать эффективную систему мотивации и стимулирование персонала для отрасли. Ведь это один из самых результативных способов объединения интересов работников и организации, чтобы увеличить конкурентоспособность организации и создать условия, при которых сотрудник будет заинтересован в применении своего потенциала максимально эффективно. Вложение в сотрудников не стоит рассматривать только как издержки, так как при правильной работе это будут еще и инвестициями.

Список литературы
1. Агеев М.Н., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. 2019. №1.
2. Романадзе Е.Л., Семина А.П. Обзор методов оценки персонала в современных организациях // Московский экономический журнал. 2019. №1.

3. Семина А.П., Коновалова В.Г. Организационная культура партнерских организаций // Реформы в России и проблемы управления. - М.: Государственный университет управления (Москва), 2018. С. 213-215.

4. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. №5. С. 22.

5. 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.

Оценка показателей вовлеченности и удовлетворенности персонала на примере АО «НПО Энергомаш»

Вовк В.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Коновалова В.Г.
МАИ, Москва
vovk-larisa@yandex.ru

На предприятиях аэрокосмической отрасли актуальны вопросы повышения эффективности работы персонала, снижения текучести кадров, улучшение имиджа и т. д. Для решения существующих проблем необходимо проведение исследования показателей вовлеченности и удовлетворенности персонала.

Показатель удовлетворенности включает критерии, напрямую связанные с процессом труда. Например, условия труда, режим и график работы, получение информации, необходимой для выполнения работы, обратная связь с руководителем, корпоративно-социальные программы и др. То есть это те факторы, которые создают условия для осуществления работы. А показатель вовлеченности отражает факторы, благодаря которым работник сам желает проявить себя, выполнить работу как можно качественнее. Например, поддержка инициативы, возможность обучения, повышения квалификации, карьерного роста, корпоративные мероприятия, лояльность к организации. Спорным моментом является заработная плата. Если вопрос касается её размера, составляющих, или системы оплаты труда, то это фактор удовлетворенности. Если рассматривается соответствие уровня доходов профессиональному уровню, личному вкладу в работу, или соответствие премии результату труда, то это показатель вовлеченности.

АО «НПО Энергомаш» – ведущее предприятие в мире в области ракетного двигателестроения. В компании методом анкетирования были собранны данные по ряду вопросов, разделенных на факторы удовлетворенности и вовлеченности. Например, для оценки удовлетворенности узнавалось, устраивает ли работника оснащённость рабочего места, испытывает ли он высокую степень контроля со стороны руководителя, организованы ли на предприятии хорошие условия для питания и т. д. Для оценки вовлеченности спрашивалось, нуждается ли человек в повышении квалификации, удовлетворяют ли его адаптационные мероприятия, планирует ли он покинуть предприятие, гордится ли местом работы и пр. Показатели рассчитывались отдельно для различных категорий работников в зависимости от стажа, возраста, функционального направления, подразделения и т. д. Анализ результатов, например, показал, что на более молодых сотрудников сильнее влияет фактор вовлеченности, т. е. возможность проявить себя, продвинуться по карьерной лестнице, получить опыт и знания. А сотрудников среднего возраста больше интересуют бытовые условия и комфорт.

Анализ удовлетворенности и вовлеченности позволяет оценить общую ситуацию на предприятии, а также позволяет выяснить, что требуется изменить для каждой конкретной категории работников. На основе анализа способы решения проблем подбираются индивидуально для каждой группы работников. Например, для молодых сотрудников необходимо развивать ипотечную программу, для работников в возрасте организовать культурно-массовые мероприятия. Для работников подразделения основного производства и конструкторского бюро рекомендуется организовать доску почета внутри подразделения с отметками достижений отдельных работников и коллективной работы, знаки отличия для лучших работников, так как они хотят, чтобы их успехи были отмечены.

Мониторинг показателей вовлеченности и удовлетворенности персонала необходимо проводить регулярно. Это эффективный способ сделать предприятие более привлекательным, как следствие, повысить результативность и качество работ, снизить текучесть кадров.

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.

Обучение и повышение квалификации в АО «Объединённая двигателестроительная корпорация»

Воронова А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
alena_voronova_1998@mail.ru

Обучение персонала – это прежде всего, залог успеха компании, в также целенаправленный, организованный, планомерно и систематически осуществляемый процесс овладения новыми знаниями, умениями, навыками и способами общения под руководством опытных преподавателей, руководителей и специалистов.

Обучать сотрудников – это значит развивать у них профессиональные знания, которые помогут им в дальнейшем для достижения различно поставленных целей.

В наше время развитие технологий, повышение ритма жизни требует соответствующей подготовки специалистов, для которых разрабатываются целые программы по непрерывному образованию. Цель таких программ – удерживать занятые компанией позиции на рынке. Значимое место обучения в системе управления персоналом с большой вероятностью будет предоставляться уже проверенному сотруднику. Это обуславливается тем, что для фирмы такая позиция выгоднее и экономически эффективнее, чем обучать нового сотрудника.

Таким образом, система непрерывного обучения персонала имеет немаловажное значение в организации стабильной и слаженной работы компании. Отметим, что основные виды профессионального обучения это:

1. Подготовка персонала.
2. Переподготовка персонала.
3. Повышение квалификации персонала.

Говоря о повышении квалификации мы понимаем этот процесс как обучение, повышение уровня теоретических знаний, совершенствование практических навыков и умений. Одной из задач переподготовки является выполнение конкретных задач, постоянное совершенствование методов работы, а также улучшения ее качества

Для развития организации подготовка такого типа является составляющей частью и может заключать в себе различные виды обучения (заимствование опыта коллег, формальное обучение, получение второго/третьего образования и т.д.), которые приведут к преобразованию в навыках и умениях.

В Российской Федерации вопросы подготовки и повышения квалификации персонала регулируются Трудовым кодексом РФ. Согласно ст. 196 ТК РФ, работодатель обязан создавать работникам необходимые условия для совмещения труда с обучением. Работодатель обязуется самостоятельно определять необходимость профессиональной подготовки и переподготовки кадров. Профессиональная подготовка кадров и их обучение могут проводится в организации или образовательных учреждениях. Обязанности, а также права компании работодателя по переподготовке, повышению квалификации и подготовке описаны в статье 196 Трудового Кодекса РФ. Права сотрудников компании на повышение квалификации и профессиональную переподготовку описаны в статье 197 Трудового кодекса РФ.

Объединённая двигателестроительная корпорация (входит в ГоскорпорациюРостех) начала обучение специалистов, зачисленных в кадровый резерв на ключевые должности в компании.

Основной целью программы развития кадрового резерва является приобретение её участниками дополнительных управленческих и коммуникативных навыков, а также развитие лидерских качеств, что необходимо для более эффективного функционирования производственной системы предприятий, входящих в интегрированную структуру.

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: 2018.

Совершенствование системы мотивации и стимулирования персонала как инструмент повышения эффективности деятельности организации

Гладышев М.С.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
МАИ, Москва
avanccement@gmail.com

В настоящее время одной из основных задач компаний является сохранение квалифицированных кадров. Появляется множество конкурентов, которые предлагают более выгодные условия сотрудничества. Это может способствовать текучести кадров, в случае если в организации существуют нерешенные проблемы стимулирования и мотивации работников. К сожалению, мало российских предприятий, в которых существует успешная и эффективная система стимулирования и мотивации персонала. Еще меньше организаций, где имеются разработанные программы по удержанию сотрудников. Успешная и эффективная система мотивации и стимулирования персонала, помогает не только сохранить свои кадры, но также способствовать повышению эффективности деятельности сотрудников в организации. Путь к эффективному управлению человеком лежит через его понимание мотивации. Только зная то, что может двигать человеком, что побуждает его к деятельности, какие мотивы лежат в его основе действий, можно разработать эффективную систему форм и методов управления человеком. В коммерческой компании ООО «Авто-Спектр», которая занимается продажей и сервисным обслуживанием автомобилей, было проведено исследование. В результате проведения этого исследования были выявлены несколько недостатков в системе мотивации и стимулирования персонала, устранение которых может поспособствовать повышению активности работников и эффективности данной организации. По итогам исследования, руководству были предложены следующие виды стимулирования персонала:

• «Легенды компании» – сотрудники, давно работающие в компании и внесшие значительный вклад в ее становление и развитие или являющиеся «лицом» компании, должны наглядно предоставляться на информационном стенде.

• Организация качественного медицинского обслуживания (медицинская страховка), главным образом для рабочего персонала (механики, арматурщики, колористы, мастера приемщики).

• Выдача беспроцентного займа на улучшение жилищных условий и приобретение товаров длительного пользования (для всех категорий сотрудников). В данном случае стимулом является не получаемая сумма, а возможность взять в долг у компании с меньшими процентами и на более выгодных для сотрудника условиях, а также сам факт участия компании в личной жизни сотрудника, забота о нем.

• Надбавка к заработной плате за выслугу лет в компании ООО «Авто-Спектр» (более 5 лет).

Предложенные виды стимулирования и мотивации персонала будут способствовать повышению эффективности деятельности сотрудников 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. Москва. – Типография «Люксор», 2017. С.641-642

4. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании//Московский экономический журнал. №5. 2018. С. 22.

Особенности привлечения и удержания специалистов ПАО «Аэрофлот»

Гойцак К.Б.
Научный руководитель — Конкина В.А.
Южно-Уральский государственный университет, Челябинск
kirillgoicak@gmail.com

Гражданская авиация России – динамично развивающийся вид транспорта: российские авиакомпании демонстрируют высокие темпы роста объема пассажироперевозок. Так, в 2018 году пассажиропоток российских авиакомпаний увеличился на 10,5% до 116,1 млн. человек по сравнению с 2017 годом, в котором пассажиропоток составлял 105 млн. человек.

В связи с высокими темпами роста отрасли гражданская авиация столкнулась с проблемой дефицита коммерческих пилотов.

Успешность деятельности авиапредприятия зависит от стратегии развития, которая определяет направление кадровой политики. Так, на примере авиакомпании «Аэрофлот – российские авиалинии» мы определим ключевые направления кадровой политики.

Рассматривая проблемы кадрового дефицита летного состава в отрасли,стоит выделить две ключевые проблемы. Первой проблемой является нехватка молодых авиаспециалистов, которая вынуждает компанию сотрудничать с авиаспециалистами предпенсионного возраста, что может оказывать влияние на безопасность полетов. Стоит заметить, что средний возраст командира воздушного судна в отрасли с каждым годом увеличивается и на данный момент составляет 48 лет, а возраст второго пилота – 39 лет.

Второй проблемой является международная трудовая миграция пилотов, которая связана с тем, что проработав определенный период времени, пилоты уходят в зарубежные авиакомпании. Данный фактор влияет не только на отдельную авиакомпанию, а на всю отрасль в России в целом.

Для решения проблемы нехватки молодых авиаспециалистов в кадровой политике ПАО «Аэрофлот» разработан ряд мероприятий. Персонал в компанию привлекают посредством:

1) развития сотрудничества с образовательными учреждениями;
2) отбора лучших курсантов выпускных курсов летных учебных заведений гражданской авиации для прохождения дополнительной тренажерной подготовки по стандартам ПАО «Аэрофлот» (рейтинговая система);
3) предоставления мест прохождения практики студентов старших курсов отраслевых учебных заведений;
4) участия в программе целевой подготовки за счет средств федерального бюджета;
5) стипендий от ПАО «Аэрофлот» в рамках проекта «Именная стипендия»;
6) проведения конкурса «Лучший в небе» среди курсантов в Ульяновском институте гражданской авиации для выбора лучших будущих пилотов российских воздушных судов SukhoiSuperjet 100;
7) системы стимулирующих единовременных выплат при трудоустройстве;

Для регулирования проблемы трудовой миграции летного состава компания разработала мероприятия по удержанию высокопрофессиональных сотрудников. Первая группа мероприятий направлена на обучение и развитие персонала – компания организует обучение, подготовку и переподготовку сотрудников как внутри Группы, так и в сторонних учреждениях за счет компании. Вторая группа содержит мероприятия по социальной поддержке персонала:

1. Негосударственное пенсионное обеспечение.
2. Санаторно-курортное лечение.
3. Жилищная программа для летного состава, предусматривающая субсидирование процентных ставок банковских ипотечных кредитов на приобретение жилья.
4. Предоставление служебного жилья ключевым специалистам.
5. Предоставление служебного автотранспорта и служебных автостоянок.
6. Предоставление материальной помощи для действующих и для бывших сотрудников компании в связи со сложными жизненными ситуациями.
7. Возмещение работникам затрат на содержание детей в детских дошкольных учреждениях.
8. Дополнительные социальные льготы для летного состава, включающие в себя: ежегодный оплачиваемый отпуск в размере 70 дней, а также специальные программы страхования с повышенным размером выплат.
9. Наблюдение в медицинском центре ПАО «Аэрофлот».

Таким образом, кадровая политика авиакомпании ПАО «Аэрофлот» сосредотачивает в себе полный комплекс мероприятий по привлечению и удержанию летного состава. Данный комплекс

мероприятий позволил компании занять лидирующую позицию с долей рынка авиаперевозок в 26,5% или 32,8 млн. пассажиров, а также войти в топ-500 лучших работодателей мира в 2018 году по версии Forbes.

Список литературы

1. Казанцева П.И., Шевцова Н.В. Современные проблемы гражданской авиации России // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. №13.

2. Ермаков К.С., Кусакин А.М. Проблемы совершенствования кадровой политики гражданской авиации России // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. №217 (7).

3. Ермаков К.С., Кусакин А.М., Мухамадиева А.В. Совершенствование кадровой политики на авиапредприятиях с учетом неблагоприятных факторов // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. №222 (12).

4. Фокеев М.А., Ружанская Л.С. Отрасль гражданской авиации России: кадровые проблемы и пути их решения – [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/60881/1/978-5-8295-0582-0_2018_55.pdf

5. Годовой отчет группы «Аэрофлот» за 2017 год – [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ar2017.aeroflot.ru/aeroflot/annual/2017/gb/Russian/pdf/ar2017.pdf

Организация внешнего обучения персонала компании

Головина Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
Lena.gls@yandex.ru

Конкурентные рыночные условия во многом диктуют новые требования к компаниям и их сотрудникам. Высококвалифицированный персонал, который имеет актуальные знания, является одним из факторов успешной деятельности организации, а его обучение должно быть рассчитано на достижение стратегических целей компании.

Многие фирмы в наши дни обращаются к рынку образовательных услуг, когда, используя собственные ресурсы, не могут закрыть потребность в обучении своих сотрудников. Данный рынок формируется из учебных учреждений (коммерческих и некоммерческих), вузов, колледжей, сертифицированных школ повышения квалификации, учебных центров, бизнес-школ. Сотрудничество с ними возможно как в плане прямого закрытия вакансий, так и обучения уже работающих сотрудников. Так, в крупных образовательных учреждениях есть дополнительные самостоятельные образовательные услуги на уровне курсов повышения квалификации и бизнес-школ.

Методы и инструменты определения потребности в обучения выбираются компаниями самостоятельно и могут различаться, а алгоритм организации внешнего обучения схож и имеет следующую структуру:

1. Необходимо изучить информацию по программам ДПО в субъекте или городе на предмет специализации для компании. А именно, оценить содержание программ обучения, учебные планы и те знания и умения, которые приобретут сотрудники после обучения.
2. Организация учебно-методической базы: сбор учебно-методического комплекса от провайдеров услуг, согласование наполнения программ обучения, предоставление необходимых документов для заключения договоров на обучение.
3. Организация мероприятий: согласование дат проведения обучения со всеми участниками образовательного процесса, как с обучающей стороны, так и со стороны предприятия.
4. Организация и контроль процесса обучения, если это входит в профессиональную задачу и должностные обязанности менеджера по персоналу.
5. Сбор обратной связи от слушателей после обучения и её оценка.
6. Также могут быть согласованы и организованы постобучающие мероприятия, в том числе дистанционно, для доработки и разъяснения моментов, которые остались неусвоенными в процессе обучения.
7. Проведение итоговой оценки не по приобретенным знаниям сотрудников, а по изменениям результатов их труда до и после обучения.

Важно помнить, что компания, которая выбрала путь постоянного повышения компетенций своих сотрудников, будет возвращать вложенные в обучение инвестиции в виде роста экономических показателей и производительности труда, что позволит занимать лидирующие позиции на рынке.

Список литературы
1.Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: Учебное пособие / Ставрополь: ЛОГОС, 2018.
2. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения// СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.
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.

Мотивация персонала

Двойнева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
aldvoyneva@gmail.com

Каждая компания стремится минимизировать свои издержки. В основном данная проблема решается за счет следующих задач: повышение производительности труда и уменьшение «текучки» кадров. Эти задачи можно решить при помощи методов мотивации. Эти методы условно делят на три группы – экономические, неэкономические и взыскания.

Экономические методы мотивации делят на два вида мотивации. Первый метод мотивации – это денежное стимулирование.

Денежное стимулирование используется работодателями чаще остальных методов мотивации. К денежному стимулированию относят: заработную плату, премирование, надбавки, льготы, страховки, возможность компенсировать затраты сотрудников на транспорт, проживание, рабочую одежду и т.д.

При помощи заработной платы можно регулировать поведение работников и степень их удовлетворенности рабочим местом. Работник стремится улучшить свое благосостояние и улучшить качество жизни, следовательно, он стремится улучшить качество своей работы.

Премированием называют поощрение сотрудников за какие-либо достижения перед компанией. Премирование – также распространенный способ мотивации сотрудников. Чаще всего под премированием понимаются денежные выплаты. Для достижения эффективности данного способа мотивации в коллективе необходимо создать в коллективе атмосферу объективности оценивания и открытости, чтобы сотрудники понимали, за что премируют, а за что штрафуют.

Второй метод мотивации сотрудников – неденежное стимулирование. К нему относятся: внеплановые оплачиваемые выходные дни или отгулы, путёвки в санатории и обучение, которое оплачивается за счет работодателя, гибкий график и т.д.

Обучение сотрудников помогает сразу решить несколько задач. Для персонала прохождение обучения – это возможность повысить свою квалификацию, получить знания из другой области, научиться решать задачи новыми способами. Для работодателя это возможность получить более квалифицированных работников.

Взыскания также являются методами мотивации. Они позволяют предотвратить неправомерные действия со стороны работников или их халатности на рабочем месте. С помощью взысканий работодатель может не только наказанием воздействовать на сотрудника, но и стимулировать остальных сотрудников работать по правилам.

К эффективным неэкономическим методам мотивации можно отнести возможность карьерного роста, награды за различные достижения, публичное признание, участие в профессиональных конкурсах, комфортные условия труда, соревнования между сотрудниками, различные рейтинги, улучшение условий труда и хорошие отношения внутри коллектива.

Соперничество тоже можно отнести к методам мотивации. Соревновательный элемент в работе решает несколько задач. Во-первых, работники сами заинтересованы в улучшении своей работы и стремятся повысить свою квалификацию, чтобы получить более высокое место в рейтинге. Во-вторых, работники заинтересованы в повышении скорости выполнения своей работы и привносят в работу новые методы работы. Это позволяет повысить производительность труда в компании.

Список литературы
1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: Учебное пособие / Ставрополь, 2018.
2. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.
3. Шаталова М.Ю., Федотова М.А., Тихонов А.И. Инновационные подходы развития руководителей // Московский экономический журнал. 2017. № 3. С.19.

Мотивация персонала как фактор конкурентоспособности предприятия

Дворникова Т.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Истра
dvornikova_t@mail.ru

Мотивация – это в первую очередь заинтересованность человека в чем либо.

Если рассматривать мотивацию в более широком смысле, то это процесс побуждения отдельного человека или группы людей, работников и сотрудников к любой деятельности, инициативности и активности в том или ином вопросе. Мотивация необходима для более эффективной реализации управленческих решений и для более продуктивного выполнения запланированных работ.

Если же мотивация – это, кратко говоря, заинтересованность человека в чем-либо, то теперь стоит разобраться в видах мотивации. На данный момент каждый автор выделяет по-своему виды мотивации, но разберём самые распространённые.

1. Внешняя мотивация. Вид мотивации человека, действия которого зависят от внешней обстоятельств, например, когда необходимость участия в олимпиаде обусловлена желанием получить награду или поощрение для дальнейшего использования в своих целях.

2. Внутренняя мотивация представляет собой желание человека действовать именно на конечный результат деятельности независимо, от каких либо обстоятельств, т.е. например, тут уже участие в олимпиаде не будет обусловлено получением похвалы, а желанием проверить свои знания, узнать что-то новое в плане знаний, формате мероприятия и реализации своего потенциала.

3. Положительная мотивация – желание удовлетворить свои или чьи-нибудь желания.

4. Отрицательная же мотивация характеризуется действиями для избегания каких-либо негативных и неблагоприятных последствий в результате из невыполнения.

5. Устойчивая мотивация основывается на первичных физиологических потребностях, таких как голод, жажда, отдых.

6. Неустойчивая мотивация должна всегда подпитываться постоянной поддержкой и одобрением извне.

Но тем не менее у всех на слуху всегда два вида мотивации:

Материальная и нематериальная мотивация.

Материальная мотивация подразумевает получение исключительно денежной компенсации.

Нематериальная мотивация наоборот же, подразумевает получение какой-либо выгоды, но только не в денежном эквиваленте.

Что же такое конкуренция?

Конкуренция – это борьба между товаропроизводителями за более выгодные условия производства и реализации товаров и услуг.

Конкурентоспособность предприятия (по Р.А. Фатхутдинову) – это способность объекта выдерживать конкуренцию в сравнении с аналогичными объектами на данном рынке.

Показатель конкурентоспособности является одним из важнейших характеристик, используемых для оценки эффективности экономической деятельности предприятий и организаций.

Существует система понятий конкурентоспособности.

1. Конкурентоспособность страны.
2. Конкурентоспособность региона.
3. Конкурентоспособность отрасли.
4. Конкурентоспособность организации.
5. Конкурентоспособность товара.

Но мы рассматриваем п.4 – конкурентоспособность организации и должны учитывать, что каждая организация уникальна, и у каждой должен быть разработан индивидуальный план и система мотивации. Грамотное составление плана мотивации, прежде всего, предполагает

1. Выявление и анализ особенности корпоративной культуры.
2. Анализ кадрового потенциала.
3. Выявление антитригеров.

Данные, полученные в ходе оценки ситуации, позволяют понять причины и факторы, снижающие желание сотрудников работать и должным образом решать поставленные перед ним задачи, а также выявить те ресурсы компании, которые она до сих пор не использует.

Именно поэтому мотивация персонала, отдела и полностью предприятия в целом, оказывает высокое влияние на конкурентоспособность компании, предприятия или организации.

Анализ кадрового потенциала ракетно-космической отрасли

Дудинских А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
dudinskih.a@yandex.ru

Ракетно-космическая отрасль на сегодняшний день остается одним из ключевых факторов, определяющих уровень развития и влияния страны на мировой арене. Именно поэтому наша страна одним из приоритетных направлений своей политики выделяет развитие ракетно-космической промышленности и инновационных технологий в ней.

Кадровый потенциал предприятия, в свою очередь, представляет собой совокупность навыков и умений сотрудников организации, которые могут и должны быть использованы для повышения эффективности деятельности в различных сферах производства, в целях получения дохода или достижения желаемого социального эффекта.

Что же касается кадрового потенциала ракетно-космической отрасли, то на сегодняшний момент мы наблюдаем два одновременно протекающих процесса: с одной стороны, предприятия РКО предъявляют высокие требования к своему кадровому составу, а с другой стороны, учебные заведения не могут в полной мере удовлетворить потребность работодателей в кадрах той или иной специальности и высокого уровня их подготовки. При работе с кадровым потенциалом ракетно-космической отрасли существует многоаспектная ситуация, включающая в себя две основные группы проблем: проблемы, связанные с рынком труда, и проблемы подготовки специалистов.

Так, на проблемы рынка труда оказывают воздействие такие факторы как:

• Отток кадров из ракетно-космической отрасли, который зачастую спровоцирован предложением более высокого уровня оплаты труда со стороны других отраслей, таких как банковская сфера и телекоммуникации;

• Старение кадров и проблема их замещения. Поскольку так сложилось, что за годы экономических и политических реформ, проводимых в нашей стране, РКО столкнулась с потерей поколения столь необходимых ей профессионалов, то на сегодняшний день на предприятиях в большей степени работает очень возрастной персонал, который владеет всеми знаниями и приобретенным опытом за время своей деятельности опытом, и молодежь, которая совсем недавно закончила учебные заведения и ещё не так многому успела научиться. А потому в случае ухода из организации опытного сотрудника на предприятии не остается человека, способного его заменить и выполнять весь его функционал;

• Дефицит высококвалифицированных специалистов: инженеров, специалистов в области ИТ, а также ИТ-менеджеров низкого и среднего звена. Сегодня потребность ракетно-космической отрасли в ИТ кадрах и инженерах в несколько раз превышает возможности выпуска профильных вузов, а потому предприятия вынуждены привлекать специалистов из других отраслей экономики, которые не знакомы со спецификой работы в отрасли.

Что же касается подготовки специалистов, то и здесь существует существенное количество проблем, устранить которые на сегодняшний день не так уж и просто. К ним можно отнести:

• Несоответствие образовательных программ и уровня подготовки выпускников учебных заведений запросам работодателей РКО. Это связано в большей степени с тем, что сегодня учебные заведения отдают приоритет универсальности знаний студентов, в то время как предприятия РКО остро нуждаются в узкопрофильных специалистах;

• Недостаточная финансовая поддержка профессионального образования. Как и многие другие высокотехнологичные сферы производства, ракетно-космическая отрасль требует, чтобы обучение студентов осуществлялось посредством практики. Создание качественной базы практики требует значительных капиталовложений со стороны профессиональных учебных заведений, которые они обеспечит собственными силами не могут. А потому сегодня все большее количество представителей учебных заведений говорит о необходимости развития партнерского сотрудничества с работодателями, которого, к слову, не так просто достичь на выгодных для обеих сторон основаниях;

• Инертность учебного процесса и структуры организации образовательных программ, которое приводит к запоздалой реакции вузов на изменение потребности рынка труда в специалистах той или иной профессии. Таким образом на рынке труда всегда присутствует перенасыщение одними кадрами и острый дефицит других;

• Снижение уровня кадрового потенциала учебных заведений, которое приводит в свою очередь к недостаточной подготовке новых специалистов. В то же время успех отрасли зависит от готовности выпускников вузов сразу после окончания обучения без дополнительной подготовки решать

поставленные перед ними производственные задачи. (вуз должен обладать высоким уровнем интеллектуального потенциала преподавательского состава).

Таким образом РКО за годы экономических и политических реформ, проводимых в нашей стране столкнулась с потерей поколения столь необходимых ей профессионалов, от образования и качества работы зависит развитие технологий и в конечном счёте обороноспособность нашей страны.

Обеспечение человеческими ресурсами при содействии кадровых агентств предприятий ракетно-космической отрасли на примере космодрома «Восточный»

Задворная В.В.
Научный руководитель — Денисов А.М.
РТУ МИРЭА, Москва
vvzika@mail.ru

Обеспечение человеческими ресурсами необходимая часть трудовой деятельности любой организации. В предприятиях ракетно-космической отрасли особенно важно обращать внимание на обеспечение человеческими ресурсами, поскольку деятельность в данной отрасли имеет государственную ценность и ошибок здесь быть не должно. Для своевременного и эффективного выполнения работы или реализации проектов часто требуется оперативная деятельность по обеспечению человеческими ресурсами. Это особенно важно, когда речь идет о проектах государственной важности. Одним из важнейших проектов в Российской федерации за последние годы стало строительство и запуск космодрома «Восточный», решение о строительстве которого было принято 6 ноября 2007 года. Проект должен обеспечивать России независимый доступ в космос, способствовать сокращению затрат на космодром «Байконур» и улучшение социально-экономической обстановки Амурской области.

На начальных этапах строительства космодрома возникла проблема нехватки человеческих ресурсов. Одними из самых востребованных специальностей необходимыми для строительства космодрома стали монтажник и бетонщик. Ситуация в Амурской области сложилась таким образом, что численность жителей региона, обладающих необходимыми специальностями и разрядами для выполнения данной работы была недостаточна. Для понимания ситуации в регионе необходимо рассмотреть численность населения Амурской области, которая по данным Росстата в 2015 году составляла 809 873 человек, также численность населения Благовещенска в 2015 году составляла – 224 192 человек [1].

В сложившейся ситуации руководству космодрома «Восточный» пришлось обратиться в Центр занятости населения Амурской области для восполнения потребности в человеческих ресурсах, которая составляла около 800 позиций, из них 415 это монтажники, бетонщики и монтажники-бетонщики 3 – 5 разряда. Естественно, Амурская область не обладала таким количеством требуемых трудовых ресурсов, таким образом, Центр занятости населения Амурской области не смог справится с поставленной задачей.

В последующем обеспечением человеческими ресурсами космодрома «Восточный» осуществлялось при содействии кадровых агентств. По официальным данным в Амурской области 68 кадровых агентств, количество вакансий 8072, из них количество технических вакансий – 6145. На 3 марта 2015 года имеющихся вакансий космодрома было всего 953 человека, средняя заработная плата – 45000 рублей, в то время как средняя заработная плата амурчан составляла 29869 рублей [2].

Осуществляя поиск требующегося персонала по всей России, именно кадровые агентства смогли обеспечить необходимыми человеческими ресурсами космодром «Восточный». Обладая более широкой базой потенциальных работников, а также большей заинтересованностью в работе с клиентами, кадровые агентства осуществляют эффективную и качественную работу по удовлетворению потребности в персонале различных организаций. Профессиональные кадровые агентства являются удобным инструментом для найма подходящего для организации персонала.

Список литературы

1. Население Амурской области «Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Амурской области» [Электронный ресурс] режим доступа: http://amurstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/amurstat/ru/ (15.02.2019).

2. Вакансии на космодром «Восточный» на 19.02.2015 год «Официальный сайт города Зея» [Электронный ресурс] режим доступа: http://admzeya.ru/doc/2015/vst.pdf (15.02.2019).

Обоснование использованию на производствах аддитивных технологий с точки зрения экономики и управления

Затолокина А.Р., Прохорова В.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
Zatolokina-a@mail.ru

Тема развития аддитивных технологий очень актуальна на сегодняшний день, это является инновационным и техническим прорывом.

Данные технологии находят применение в авиационной, автомобильной, энергетической, пищевой промышленностях, а также в архитектуре, машиностроении, дизайне и т.д.

Аддитивные технологии — это процесс послойного синтеза объекта из трехмерной модели. Главный плюс таких технологий считается ресурсосбережение, при котором потери полезного вещества устремляются к нулю. В отличие от обычных станков при создании какого-либо изделия затрачиваемого сырья требуется в разы больше.

Итак, аддитивные технологии на протяжении 20 лет имеют широкое использование в разных сферах деятельности и имеют следующие плюсы:

• Экономия ресурсов. Такое производство является безотходным, что даёт большой плюс с точки зрения экологии и экономики, поскольку исключаются расходы на утилизацию отходов.

• Ускорение процесса производства. Жизненный цикл изделия включает в себя множество этапов, но благодаря использованию на производствах аддитивных технологий, время производства одного изделия значительно сокращается, а следовательно, сокращаются и расходы.

• Точность параметров.

• Мобильность. Запуск производства новой серии изделий не требует длительной подготовки, закупки громоздкого оборудования.

Для таких отраслей, как авиастроение, важным преимуществом является снижение веса изделий, получаемых за счет внедрения аддитивных технологий. Отдельные детали удается сделать легче на 40—50% без потерь в прочности.

Основываясь на вышесказанном, можно заметить, что одним из положительных моментов внедрения аддитивных технологий является экономическая выгода, уменьшение расходов.

Более подробное обоснование данных суждений отражено в исследовании, которое предполагает сравнение производства определенного изделия обыкновенными станками и при помощи аддитивных технологий.

Меняются задачи и система управления персоналом. Например, к отбору сотрудников на предприятии, где используются исключительно аддитивные технологии предъявляются иные требования, поскольку меняется вид деятельности специалистов. Также сокращается штат работников, уменьшается количество сотрудников по управлению.

Совершенствование программы по улучшению морально-психологического климата на предприятии ракетного двигателестроения АО «НПО Энергомаш»

Измайлова Д.М.
Научный руководитель — Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
izmailovadusya78@gmail.com

Морально-психологический климат на предприятиях ракетно-космической промышленности отражает общий настрой и степень удовлетворенности работников организацией личного труда, отношениями с коллегами и уровнем организованности в трудовых отношениях. Такой настрой сотрудников также отражается на их вовлеченности в рабочий процесс, дела предприятия и его развития в целом. К формам проявления морально-психологического климата относят слаженность работы, уровень конфликтности в коллективе, совместимость, вовлеченность, удовлетворенность, самочувствие и настроение. Благоприятный морально-психологический продуктивно влияет не только на результативность и качество производства, но и на проявление инициатив по улучшению рабочего процесса.

Целью моей работы является совершенствование программы по улучшению морально-психологического климата на АО «НПО Энегромаш». Для этого были поставлены и решены следующие задачи:

1. Изучить роль и влияние морально-психологического климата на эффективную деятельность персонала;
2. Исследовать факторы и условия, влияющие на морально-психологический климат;
3. Изучить меры предотвращения стрессовых ситуаций при найме новых сотрудников и меры оздоровления уже сложившегося коллектива;
4. Выявить основные приемы для устранения негативно влияющих на коллектив факторов;
5. Проанализировать и выявить особенности морально-психологического климата на предприятии АО «НПО Энегромаш»;
6. Разработать мероприятия по улучшению морально-психологического климата на предприятии АО «НПО Энергомаш».

Для решения поставленных задач были проанализированы и обобщены результаты изучения удовлетворенности и вовлеченности в коллективах сотрудников АО «НПО Энергомаш».

Мониторинг удовлетворенности и вовлеченности персонала в работу – наиболее эффективный способ взглянуть на организацию глазами сотрудников. Исследование морально-психологического климата выявляет отсутствие приверженности работников организации, которое выражается в отчуждении работника от организации, падении дисциплины, снижении производительности труда, увеличении количества претензий со стороны клиентов.

Так, проанализировав данные анкетирования сотрудников АО «НПО Энергомаш» за 2018 год, были выявлены основные проблемы, влияющие на эффективность деятельности коллектива предприятия:

• Низкая удовлетворенность оплатой труда;
• Неосведомленность сотрудников о поддержке инициатив;
• Низкое качество обучения и развития сотрудников;
• Отсутствие перспектив карьерного роста;
• Слабая организация мероприятий и низкое качество корпоративно-социальных льгот.

Исходя из результатов исследования, можно выделить основные направления для решения проблем морально-психологического климата.

Ключевым моментом в достижении поставленной цели является понимание руководством АО «НПО Энергомаш» факта, что основным богатством предприятия являются его сотрудники и их потенциал. Для улучшения морально-психологического климата на предприятии предлагается внедрение следующих мероприятий:

1. Проведение мероприятий по повышению мотивации персонала, совершенствование системы оплаты труда в целях повышения мотивации деятельности сотрудников и роста эффективности производственного процесса;
2. Информирование сотрудников о процедуре отбора и поддержки инициатив, а также системе поощрений. Предоставление возможности сотрудникам участвовать в организации рабочего процесса, почувствовать причастность к главным механизмам работы предприятия;
3. Разработка новых методик по обучению персонала и их адаптации, улучшение системы поощрения наставников;
4. Информирование работников о возможности карьерного роста как вертикального, так и горизонтального.
5. Совершенствование организации мероприятий, направленных на повышение интеграции коллектива, способствующей снижению текучести кадров, разработка морального стимулирования деятельности трудового коллектива. Создание профсоюзной организации.

Реализация подобных мероприятий в рамках программы по улучшению морально-психологического климата в коллективе сможет решить проблемы психологического настроя подчиненных, повышая тем самым эффективность работы предприятия и увеличивая включенность в работу каждого сотрудника.

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. Измайлова Д.М., Просвирина Н.В. Разработка программы улучшения морально-психологического климата на предприятии авиационной промышленности // В книге: Авиация и космонавтика – 2018 Тезисы 17-ой Международной конференции. 2018. С. 615-617.
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.

Применение технологии HR-брендинга в аэрокосмической отрасли

Каверина Л.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
kaverinalida@gmail.com

На сегодняшний день аэрокосмическая отрасль занимает одно из приоритетных направлений в экономическом, транспортном и военном направлениях развития в России. Для того, чтобы занимать лидирующие позиции требуется повышение эффективности использования всех видов ресурсов, в том числе трудовых.

Одной из актуальных кадровых проблем отечественной аэрокосмической отрасли является привлечение и удержание молодых специалистов. Молодые люди в возрасте от 18 до 30 лет утверждают, что немаловажным критерием выбора места работы являются престижность организации и профессии, а также сложившаяся корпоративная культура [2].

HR-брендинг является наиболее эффективным комплексом мер кадровой политики организации по формированию имиджа работодателя. Поскольку имидж организации как работодателя существует всегда и может формироваться стихийно, то правильное его формирование – это эффективный инструмент по созданию благоприятного образа организации как работодателя на рынке труда и укреплению его организационной культуры.

Понятие HR-брендинга включает два основных направления:

1. Брендинг персонала, направленный на формирование приверженности сотрудников посредством элементов корпоративной культуры (обучение, оценка, контроль исполнения, дресс-код).

2. Брендинг работодателя, который включает мероприятия по формированию образа компании на рынке труда и в сознании ее действующих сотрудников. Позитивный имидж компании на внешнем рынке труда может осуществляться, в частности, посредством взаимодействия с вузами, что, в свою очередь, будет стимулировать молодежь к их трудовой активности в конкретной организации.

Суть HR-брендинга заключается в формировании привлекательности компании как для потенциальных, так и для уже существующих работников. В результате такой деятельности формируется приверженность сотрудников, которую следует понимать как отождествление человека со своей организацией, выражающееся в стремлении работать в ней и способствовать ее развитию.

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. 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. 2018. №4.

3. Осовицкая Н. А. HR-брендинг. Работа с поколением Y, новые инструменты для коммуникации - СПб: Питер, 2015.

Проблема мотивации молодых сотрудников на предприятиях аэрокосмического комплекса

Казанцева А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Шкарубо С.Н.
МАИ, Москва
linadj@bk.ru

Аэрокосмический комплекс занимает одно из ведущих мест в стратегическом развитии России. Согласно государственным программам «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы» и «Федеральная космическая программа на 2016-2025 годы», основной целью Российской Федерации является создание высококонкурентной авиационной и космической техники и закрепление её на мировом рынке. Для этого необходимо решение ряда задач, в том числе, связанных и с развитием кадрового потенциала аэрокосмического комплекса.

Несомненно, в условиях рыночной экономики продуктивная работа аэрокосмического предприятия зависит от эффективности использования человеческих ресурсов. Квалификация работников, их заинтересованность и желание приумножать капитал компании – это результат правильно выстроенной мотивации их профессиональной деятельности. В этом случае как

специалисты с большим стажем работы, так и молодые специалисты, только закончившие вузы, могут способствовать инновационному развитию таких компаний.

Подходя к проблеме мотивации сотрудников можно сразу обратить внимание на проблему, препятствующую реализации этих целей: обладая значительным багажом профессиональных знаний, изрядная часть выпускников профильных вузов не работает по специальности или не может найти работу по ней, кроме того, молодые специалисты порой не имеют четкого представления о конкретных путях реализации своего карьерного развития. Для преодоления этого препятствия явственно проступает необходимость общей стратегии университетов и работодателей по привлечению и поддержке лучших студентов, что, в свою очередь, становится хорошим стимулом для них осознанно и мотивировано подойти к получению знаний и профессиональных навыков. Государственный заказ на подготовку кадров для значимых отраслей аэрокосмического комплекса является выходом из сложившейся ситуации. Так, целевой набор дает возможность обучающимся быть уверенными в своей востребованности после окончания учебного заведения, а работодателю позволяет осознано «выращивать» необходимый трудовой капитал ещё на стадии вузовского обучения.

В свою очередь, сам выпускник (в будущем молодой специалист) должен задумываться о перспективах карьерного роста ещё на стадии научно-производственных практик и стажировок, а также должен обладать четким видением и высокой мотивацией, позволяющей эффективно осуществлять вхождение в свою профессиональную деятельность.

Ещё одним важным фактором повышения мотивации молодого сотрудника, располагающим к раскрытию творческо-профессионального потенциала, является фактор положительно мотивирующей корпоративной атмосферы в самой компании. Управленческая практика показывает, что большая текучесть кадров связана с плохим микроклиматом, имеющим место в неотрегулированной корпоративной атмосфере. Часто конфликтные ситуации, возникающие в практике управления, не только ухудшают самочувствие сотрудников, но и отрицательно влияют на производительность и результативность деятельности организации и на мотивированность самого молодого специалиста. Для сплочения коллектива предприятия или КБ, а следовательно, и повышения эффективности труда, необходимо совместное общение сотрудников как на предприятии и КБ, так и за их пределами. Для этой цели отлично подходят такие социально-психологические мероприятия, как совместные выезды на природу, корпоративные праздники, спортивный тимбилдинг и ряд других, способствующих сплочению трудового коллектива и обретения в нём уверенности вновь влившихся молодых сотрудников.

Также следует указать, что для повышения мотивации подтверждают свою эффективность положительные эмоциональные воздействия, в частности публичная похвала, так как для молодого специалиста немаловажна оценка результатов его работы,которая может быть высказана публично в присутствии всего коллектива или подразделения. Это мотивирует сотрудника на новые успехи в профессиональной деятельности, позволяет ему не останавливаться на достигнутом и повышать планку своих профессиональных достижений.

Также следует упомянуть, что для улучшения системы мотивации молодых сотрудников на предприятиях аэрокосмического комплекса необходимо уделять особое внимание системе наставничества. Такая система позволяет уже на ранних этапах профессиональной активности сократить период адаптации молодого специалиста и позволяет в ускоренные сроки передавать ему необходимые профессиональные навыки и опыт.

Итак, подведём определенный итог: мотивация молодых сотрудников — это эффективный механизм повышения производительности труда и совершенствования человеческого капитала на предприятиях аэрокосмического комплекса. Сочетая различные методы мотивации молодых сотрудников аэрокосмического комплекса, компания не только формирует необходимый ей человеческий капитал, состоящий из профессионально эффективных молодых специалистов, но и, в конечном итоге, выходит на новый уровень своего развития в решении стоящих перед ней задач.

Литература

Краев В.М.,Федотова М.А. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Учебное пособие. Ставрополь: 2018.

Вклад авиации в реализацию целей устойчивого развития

Камышников И.Н.
МГИМО МИД РФ, Москва
ivannyc14@icloud.com

Человеческая история была отмечена социальными и демографическими сдвигами, которые часто происходят в течение столетий. Однако изменения, происходящие сейчас, будут иметь серьёзные последствия через несколько десятилетий, поскольку темпы технологического развития ускоряются, и целые государства и регионы становятся не только заложниками новых мировых проблем, но также активно используют возможности, предоставленные плодами технологического развития. Мобильность и всеобщая взаимосвязанность являются движущими силами данных тенденций. Поэтому очень важно следить за тем, как изменится мир в ближайшие годы.

Индустрия, столь технологически развитая, как авиация, также будет подвержена динамике изменений. Всё более развитый искусственный интеллект и новые технологии разрушения, такие как дистанционно автоматизированные системы-беспилотники – становясь частью ландшафта (или, точнее, воздушного пространства), нашей отрасли также необходимо будет быстро адаптироваться к текущим изменения.

Чтобы помочь ориентироваться в этих изменяющихся условиях и тенденциях и обеспечить конкурентные темпы развития общества, в 2015 году Мировое сообщество с помощью Организацию Объединенных Наций согласовали Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Эта Повестка дня составлена из 17 всеобъемлющих Целей в области устойчивого развития (ЦУР), которые направлены на установление приоритетов и стимулирование действий в течение следующих пятнадцати лет в областях, имеющих важнейшее значение для человечества и мира: человечество, планета, процветание и мир.

Без быстрой и эффективной мобильности мир, который мы знаем сегодня, не существовал бы. Транспортируемая торговля и современная связь играют фундаментальную роль в современной жизни, в бизнесе и за его пределами. Транспорт является ключевым компонентом достижения ЦУР.

Мировая авиационная отрасль соответствует целям Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Анализ показывает, что глобальная авиатранспортная отрасль играет определённую роль в поддержке 15 из 17 ЦУР, например таких, как достойная работа и экономический рост, гендерное равенство, индустриализация, инновации и инфраструктура, ответственное производство и потребление и т.д. Путем создания связей между странами авиация является ключевым фактором экономического и социального развития. Авиация также имеет один из наиболее четких и широкомасштабных планов действий в области климата в любой мировой отрасли, который способствует достижению экологически ориентированных ЦУР. В то время как авиация уже играет важную роль в поддержке и дополнении ЦУР, просто в повседневной работе, есть области, в которых отрасль может увеличить свой вклад в устойчивое развитие. Более половины всех международных туристов путешествует по воздуху, и туризм играет ключевую роль в 45 странах, что делает авиацию ключевым элементом развития туризма.

Глобальная авиация является движущей силой устойчивого развития, объединяя людей, бизнес и сообщества и поддерживая мировую торговлю и туризм. Безопасный, надежный, эффективный и рентабельный воздушный транспорт является важнейшим компонентом более широкой стратегии мобильности, способствующей реализации. Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Поддержка духа Целей в области устойчивого развития (ЦУР) должна рассматриваться правительствами и авиационным бизнесом во всем мире как необходимость.

Список литературы

1. Новиков С.В. Смирнова Т.С. Социальная ответственность, как важная компетенция выпускника технического вуза// «Социология образования» 2018. № 05. С. 21-27.
2. Смирнова Т.С. Роль высшего образования в развитие профессиональной подготовки в сфере социальной ответственности. // Экономика и предпринимательство. 2018. № 6 (95). С.1009 – 1012.
3. Хохлова Д. С. Камышников И.Н. Смирнова Т.С. Основные направления устойчивого развития аэрокосмической отрасли // 17-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2018». 19–23 ноября 2018 года. Москва. Типография «Люксор». 2018. С. 711 – 712.
4. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/ (дата обращения: 17.01.19)

Роль корпоративной культуры в ведении бизнеса

Ковалевич И.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Иванова И.А.
Финансовый университет, Москва
Olga27051997@yandex.ru

В условиях постоянно меняющейся внешней среды, повышения роли глобализации, росте конкуренции в различных секторах экономики особую актуальность приобретает вопрос о ведении новых форм бизнеса, повышающих результативность и адаптивность современных компаний на рынке. Корпоративная этика бизнеса, с одной стороны, служит построению конструктивного диалога со всеми заинтересованными сторонами организации, с другой, – выступает одним из механизмов развития компании.

На сегодняшний день стабильное развитие определяется, как правило, особенностями общественного развития, основанными на интегрированном подходе экономических, социальных и экологических задач. Применение и следование корпоративным ценностям является необходимым условием для построения культуры организации. Примерами корпоративных ценностей выступают: качество клиентского обслуживания; стремление сотрудников к повышенному качеству выпускаемых товаров или оказанных услуг; внедрение достижений НТП в производство и применение инноваций; уважительное отношение ко всем сотрудникам; выполнение обязательств перед сотрудниками в полном объеме; честность, прозрачность применение этических стандартов и др. [1].

Названные ценности необходимо не только декларировать, но и использовать в качестве механизмов по внедрению этих категорий в организационную структуру компании.

Становится очевидным, что руководство каждой компании обязано разрабатывать формальные процедуры, направленные на реализацию этических ценностей. Указанные процедуры должны относится ко всем подразделениям корпорации и всем структурным единицам. Международный опыт доказывает, что внедрение принципов корпоративной этики в организацию обеспечивает следующие результаты: рост имиджа и деловой репутации корпорации; увеличение показателей прибыли и капитализации; укрепление сплоченности персонала; развитие прозрачности деятельности компании; повышение инвестиционной привлекательности [2].

Репутация корпорации с высокоразвитой корпоративной этикой способно обеспечить рост доверия со стороны стекхолдеров, сокращение транзакционных затрат при снижении административного сопротивления, получение ряда преимуществ в тендерах, проводимых государственными и общественными организациями.

Таким образом, управление бизнесом на основе принципов корпоративной этики, обусловлено множеством обстоятельств, главным из которых является развитие нематериальных факторов производства, направленных на рост человеческого потенциала. Сегодня конкурентоспособность корпорации обеспечивается надлежащим качеством нежели ценой. Наиболее значимыми характеристиками выступают склонность к инновациям, применение новейших технических достижений, в основе которых лежит интеллектуальный капитал. Именно эти условия создают базу для развития этического бизнеса.

Список литературы

1. Нурисламова Е.Ф., Павлова Г.Г. Роль корпоративной этики в развитии корпорации // В сборнике: Современные проблемы управления организациями, территориями, страной: взгляд молодых. Материалы студенческой научной конференции. Челябинский государственный университет. 2017. С. 101–108;

2. Сезонова О.Н., Пастушенко Ю.И. Особенности формирования корпоративной культуры в организациях // В сборнике: Актуальные вопросы управления локальными эколого-экономическими системами на основе совершенствования компетентностных механизмов социально-экономического развития территорий сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 119 – 123.

Задачи автоматизации систем управления талантами

Козикова П.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
P.kozikova@mail.ru

В настоящее время персонал является наиболее ценным ресурсом на предприятии и его правильное использование и распределение позволяет достигать поставленных стратегических целей функционирования и развития бизнеса через своевременное и качественное решение поставленных перед ним задач. Управление персоналом как ключевым ресурсом должно осуществляться с использованием комплексного подхода, реализация которого позволяет повысить эффективность бизнеса в целом.

Для решения задач с распределением и использованием человеческих ресурсов на практике может применяться система управления талантами. Наличие организованной системы управления талантами в компании способно сократить затраты, а также решить проблемы и увеличить эффективность отдачи от использования человеческих ресурсов [1].

Система управления талантами (Talent Management System, TMS) рассматривается как один из модулей системы управления персоналом. Система работает на сокращение разрыва между текущим профессиональным уровнем сотрудников и уровнем, который необходим компании для занятия лидирующих позиций в своем сегменте, а также с учетом перспектив на будущее. При построении системы формирования и развития кадрового резерва талантливый сотрудник оценивается с точки зрения актуальной компетенции, результатов, потенциала.

В систему управления талантами входит:

- Выявление потребностей в талантливых сотрудниках в соответствии с планом развития компании;
- Планирование работы с перспективными сотрудниками;
- Привлечение талантов в компанию и оценка актуальных трендов на рынке труда;
- Отбор талантливых специалистов внутри компании и за ее пределами;
- Работа с молодыми специалистами и выпускниками вузов;
- Обучение и развитие талантов, развитие лидерских компетенций у кадрового резерва;
- Мотивация, продвижение и удержание талантливых сотрудников;
- Оценка эффективности работы TMS [2].

Для упрощения сопровождения системы управления талантами и её автоматизации необходимо использование информационных систем, поэтому очевиден поворот HR–брендинга в технологическую сферу. Автоматизация бизнес-процессов управления персоналом – одна из самых трудных технологических задач в связи с трудно формализуемыми исходными данными, среди которых преобладают качественные параметры. В России система управления талантом пока не вызывает прямую ассоциацию с автоматизированной системой, в то время как на иностранном рынке это достаточно устойчивая ассоциация.

Необходимо отметить, что функционал HRM–систем (Human Resource Management, HRM) и TMS–систем во многом похож, либо TMS–система включена в HRM как неотделимый компонент. HRM–системы обладают расширенной функциональностью, кроме учетного (кадровый учет, штатное расписание, документооборот, учет рабочего времени и отпусков, пенсионный и военный учет и др.) и расчетного (зарплата, налоговые выплаты, надбавки и вычеты и т. п.) контуров, обрабатывающих количественные данные, подобные системы также включают в себя как таковой HR-контур, предназначенный для работы с качественными показателями персонала [3]. На Западе такие технологии не являются чем–то новым, в то время как бизнес в России только приходит к осознанию того, что любые действия, связанные с персоналом – это деньги, и этот ресурс требует долгосрочного планирования. На данный момент использование TMS–систем характерно для крупных предприятий и холдингов, реже к данной технологии обращаются среднего размера организации, но все они, несомненно, имеют конкурентное преимущество на рынке путем наращивания человеческого капитала. Такое положение дел, объясняется наличием развитой платформой управления персоналом у крупных предприятий, которые не первый год работают со стратегическим планированием этого направления.

В целом, очевиден рост востребованности функций управления процессами оценки компетенций персонала и развития сотрудников с учетом их индивидуальных знаний и потребностей, но анализируя местный рынок, становится очевидно, что отдельно TMS–системы не используются, за редким исключением. Но активно развиваются HRM–системы, включающие в себя модуль

управления талантами. Наиболее распространенные системы в России – это SAP HR / HCM, MS AX / NAV, Oracle HCM, 1С:ERP, Галактика, 1С:ЗУП, 1С:ЗиК, Босс-кадровик, Контур – Персонал.

Список литературы

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Коновалова В.Г. / Взаимодействие вуза с внешними партнерами: тенденции, опыт, отраслевая специфика // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2018. Т. 7. № 6. С. 5 – 13.

2. HRHELPLINE.RU – электронный журнал // Управление талантами, обучение и развитие персонала, URL: https://hrhelpline.ru/funktsii-sistemy-upravleniya-personala/obuchenie-i-razvitie-personala-razvitie-talantov/ (дата обращения: 17.12.2018).

3. TADVISER.RU – портал по теме корпоративной информатизации // HRM-системы URL: http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:HRM%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B (дата обращения: 17.12.2018).

Руководство в управленческой деятельности. Сущность и стили руководства

Козлов А.И.
Научный руководитель — Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
kozlovai1997@mail.ru

Руководство – это процесс социальной организации и управления деятельностью группы людей или отдельного человека. Данный процесс осуществляет руководитель.

Руководитель имеет в своём подчинении других работников и вправе принимать решения по управленческим вопросам, с целью дальнейшего процветания и эффективности работы предприятия. Выражение "управлять деятельностью людей" – значит оказывать на них влияние, тем самым побуждая работать на достижение целей организации.

Руководитель наделён властью, и если он будет пользоваться своей должностью и властью в полной мере, у подчинённых возникнет такое же желание проявить себя и свои права. Тот руководитель, который использует жесткую власть, никогда не добьётся хороших результатов, а только наоборот. Это проявляется более заметно в последнее десятилетие, когда среда, в которой функционирует организация, претерпела изменения. Уровень образования людей повысился, и во многих организациях встречается пример того, что все сотрудники имеют высшее образование. Тем самым, на сегодняшний день ликвидировался интеллектуальный разрыв между руководителем и исполнителями. С годами, социальные и финансовые различия между людьми тоже постепенно исчезают, как следствие, становится сложнее основывать власть только на принуждении. Руководитель должен стараться поддерживать разумный баланс своих полномочий, который приведёт к достижению поставленных целей.

Различают три стиля руководства: авторитарный, демократический, либеральный.

• Авторитарный стиль. При таком стиле руководитель избегает неформального общения в коллективе. Он не делегирует полномочия между исполнителями, вся полнота власти и вся ответственность за принятые решения сосредоточена в его руках.

• Демократический стиль. При таком стиле руководитель не отказывается от неформального общения и поддерживает отношения с коллективом, при этом, не выходя за рамки недопустимого. При принятии решений учитывается мнение коллектива. Руководитель ориентирован на конечный результат, а не составляющие всего процесса.

• Либеральный стиль (стиль невмешательства, пассивный стиль). Приветствуется неформальное общение, руководитель принимает минимальное участие в управленческих вопросах. Полномочия легко делегируются, и группа имеет полную свободу принятия решений.

Роль руководителя в организации велика. Он должен стремиться, прежде всего, не только руководить, а побуждать своих подчинённых к участию в управлении делами организации, создав максимально благоприятные для этого условия.

Список литературы

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс

Учебное пособие: Ставрополь. 2018.

2. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

3. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

Особенности организации оплаты труда персонала на предприятиях российского авиационного комплекса

Комова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
aleona.komova@yandex.ru

В условиях современной экономики выбор рациональных системы и форм оплаты труда является актуальным вопросом всех работодателей. Вознаграждение за труд играет существенную роль в привлечении трудовых ресурсов на предприятие их мотивировании персонала и эффективном использовании [1]. Предприятия российского авиационного комплекса не являются исключением. Авиационная промышленность, как одна из самых высокотехнологичных и системообразующих отраслей, требует более тщательного анализа с точки зрения организационных аспектов оплаты труда персонала.

К элементам организации оплаты труда на предприятии относят систему, форму оплаты труда и нормирование. Ввиду специфики авиационной промышленности можно выделить следующие факторы, влияющие на организацию оплаты труда персонала:

1. Цели организации;
2. Особенности технологического процесса, специфика работ и сложность производственного процесса;
3. Высокие требования к качеству продукции;
4. Мотивация сотрудников;
5. Имеющиеся трудовые ресурсы и их профессиональная подготовка;
6. Наличие НИОКР и другие [2].

Нормирование труда на предприятиях способствует установлению правильных соотношений между мерой труда и его оплатой. С помощью нормирования труда определяется размер затрат труда на выполнение определенного объема работ [5]. Для авиационного предприятия данный процесс довольно сложен, поскольку предполагает определение величины трудоемкости заранее для заказчика так, чтобы по итогам работ затраты окупались и была получена желаемая прибыль. Величина трудоемкости в этом случае зависит от квалификации сотрудника, численности персонала, особенностей технологического процесса и т.д. При этом допускается применение трех методов нормирования: экспертного, суммарного и расчетно-аналитического [3].

На сегодняшний день на авиационных предприятиях в большей степени используется тарифная система оплаты труда, что подразумевает дифференциацию заработанной платы в зависимости от качества труда, то есть сложности выполняемых работ, квалификации работников, интенсивности труда и ряда других факторов. Что касательно форм оплаты труда, то используются как сдельная, так и повременная, однако большее предпочтение отдается повременной форме. Данный выбор обоснован тем, что продукция, выпускаемая авиационными предприятиями, требует высокого качества и точности выполнения работ. При этом в связи с длительностью производственного цикла нет необходимости стимулировать интенсивность труда. В то же время использование повременно-премиальной формы позволяет поощрять сотрудников предприятия к более эффективной работе, а также штрафовать за грубые нарушения [2].

Оценка организации оплаты труда персонала на предприятии осуществляется с точки зрения ее экономической и социальной эффективности. Экономическая эффективность рассматривается с позиции предприятия и включает в себя количественные и качественные экономические показатели, финансовый результат деятельности предприятия (прибыль/убыток), издержки, рентабельность и другие. Социальная эффективность рассматривается с точки зрения сотрудников, их мотивации к труду, потребностей, социально-психологического климата в компании, наличия социального обеспечения [4].

Таким образом, оплата труда на предприятии является основой развития человеческого капитала, рационального использования рабочей силы и эффективного управления персоналом. Организация оплаты труда персонала на предприятии – процесс непростой, требующий соответствующих профессиональных компетенций у руководства организации, понимания целей предприятия, а также учета потребностей работников.

Список литературы

1. Генкин Б.М. Экономика и социология труда -М.: НОРМА, 2013 г. – 464 с.;
2. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли -М.: Доброе слово, 2017 г. – 120 с.

3. Тихомирова Т.П., Чучкалова Е.И. Организация, нормирование и оплата труда на предприятии -Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос.гос.проф.-пед.ун-т», 2014. – 185 с.
4. Кибанов А.Я. «Управление персоналом организации» -М: ИНФРА-М, 2005 г. – 638 с.
5. «Система норм и нормативов труда» (Дата обращения 29.01.2019) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/normirovanie-truda.html
6. 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.

Создание и развитие эффективной команды в компаниях аэрокосмической отрасли

Королева Е.А.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
ekaterinakoroleva7@gmail.com

Командообразование в организации, или тимбилдинг, активно внедряется в практику менеджмента. Метод создания групп позволяет быстрее и качественнее выполнять поставленные задачи, сплотить коллектив. Заниматься развитием командообразования следует посредством организации корпоративного отдыха, а не только совместного труда. Сотрудники должны придерживаться общих целей, но иметь четко разграниченные обязанности. Коллектив или рабочую группу не всегда можно расценивать как команду. Зачастую они формируются сами по себе, при этом не всегда сотрудники благосклонны к коллегам. Команда — это сплоченный коллектив, в котором присутствует доверие, взаимопонимание и поддержка.

Главные цели создания эффективной команды:

• Оздоровление корпоративной культуры;
• Эффективное использование персонала без психологического давления;
• Развитие человеческих ресурсов;
• Выявление неформальных лидеров;
• Работа на принципах взаимного доверия.

Помимо этого, в ходе создания команд происходит сплочение топ-менеджеров, сотрудников внутри отделов. Формируется понимание общих целей, улучшается психологический климат. Оздоровление обстановки ведет к повышению мотивации.

Существует несколько методик технологии создания высокоэффективных команд:

• Организация корпоративных праздников по различным поводам;
• Расширение социального пакета за счет дополнительных бонусов в виде питания, посещения спортивного зала, компенсации платы за проезд;
• Проведение тренингов.

Если рассматривать тренинги, они могут включать веревочные курсы, командные или эксклюзивные игры. Кроме сплочения коллектива они помогают раскрыть творческий потенциал. Тренинги могут проводиться в рабочие часы.

Можно выделить пять основных этапов в формировании командного духа:

1.Адаптация. Этот период сопряжен с настороженностью и чувством принужденности. Сотрудники не уверены друг в друге, они начинают аккуратно проверять коллег. Зарождаются межличностные отношения, которые требуют проверки временем, обстоятельствами и проблемами. Адаптация — этап взаимного анализа, который может занимать разное количество времени.

2.Группирование. На этом этапе создания команд происходит деление на подгруппы по интересам и симпатиям с последующим формированием интрагрупповых норм. В случае несовпадения мнения отдельных индивидов может разгораться конфликт. Он будет мешать развитию командного духа. При группировании главным фактором является распределение сотрудников вокруг лидера, но некоторые специалисты могут держаться в стороне.

3.Кооперация. Стадию можно охарактеризовать осознанным желанием работать в команде, решать одни и те же проблемы, быстро выполнять поставленные задачи. Происходит конструктивное общение членов группы, зарождаются элементы сплоченности, групповой солидарности. Появляется восприятие друг друга, но еще нет тесной психологической взаимосвязи.

4.Нормирование деятельности. Начинают разрабатываться принципы взаимодействия. Отсутствует интергрупповая активность. Появляется единая команда, разделяющая организационные порядки. Излишне близкие психологические отношения могут вести к автономности, замкнутости на достижении целей и выраженном эгоизме.

5.Функционирование. На этом этапе создание команд в организации завершается. Все члены группы лояльны по отношению друг к другу, признают разный подход к решению задач, выслушивают мнение остальных. Достигается социально-психологическая зрелость.

Формируя команду, нужно отслеживать реакцию коллектива на руководителя. Сотрудники должны учитывать его мнение, принимать его. Топ-менеджер должен возглавлять группу, а не быть лишним звеном. При появлении новых специалистов в коллективе нужно избегать агрессивной реакции остальных. В случае выявления проблем с адаптацией нужно принимать меры по устранению конфликта.

На основе данного текста можно сделать вывод, что топ-менеджер должен не просто уметь управлять, а вести за собой коллектив. Для этого требуется иметь соответствующие личностные и деловые качества, достаточный уровень образования. Отношения строятся на доверии — только так сотрудники эффективно работают. Все стрессовые ситуации, конфликты между людьми следует подавлять, используя психологические приемы без элементов насилия над личностью.

Список литературы

1. Семина А.П., Коновалова В.Г. Организационная культура партнерских организаций // Реформы в России и проблемы управления. - М.: Государственный университет управления (Москва), 2018. - С. 213-215.

2. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. №5. С. 22.

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.

4.Королева Е.А., Семина А.П. Управление деловой карьерой как метод развития персонала организации в аэрокосмической отрасли // 17-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2018». - М.: Типография «Люксор», 2018. - С. 629.

Процесс нормирования труда персонала и его влияние на организацию

Кострыгина А.А., Печко А.А., Токунова А.А.
Научный руководитель — Федулов В.И.
МАИ, Москва
a.kostrygina97@mail.ru

Человеческий труд в наше время очень ценится, так как от него зависит работа организации. Для качественного выполнения функций персоналу необходимо правильно установленное нормирование труда, которое достигается путём распределения рабочего времени и трудовых обязанностей. Поэтому руководство должно анализировать уровень загруженности персонала для того, чтобы предотвратить риски снижения эффективности работников. Трудовые процессы на предприятии протекают в определенных организационно-технических условиях, в основе которых лежит как специфика производственного процесса, так и общий уровень совершенства используемых средств производства[1].

Нормативы труда характеризуют научно обоснованные, централизованно разработанные показатели затрат труда. На основе данных показателей организация имеет возможность самостоятельно создать нормы труда. Таким образом, норма труда — это тот норматив, скорректированный на местные условия труда [2]. Существуют определённые функции нормирования труда, такие как распределение трудовых обязанностей, научная организация производства и труда, сюда входит оценка деятельности коллектива и отдельных работников в сфере труда.

Чтобы у сотрудников организации была высокая производительность, необходимо предоставить должные требования, которые включают в себя обеспечение качественной охраны труда, гарантию соблюдений требований трудового договора, создание необходимых благ в рабочем процессе. Именно поэтому нужно установить для конкретных условий объективную величину затрат на это рабочие время и воспользоваться необходимыми методами нормирования: суммарным, опытным, опытно-статистическим, аналитическим.

При изучении этих нормативов труда можно выявить показатели работы персонала, а именно, его переработки или наоборот слабой загруженности, определить норму труда и после нахождения проблемы оперативно принять решение по ее или их устранению. Тем самым можно добиться улучшения результативности действующего персонала, что будет способствовать продуктивной работе всей организации.

Поэтому любая организация должна заниматься процессом нормирования труда, чтобы не возникали данные проблемы, которые могут повлиять на эффективность работы сотрудников и негативно отразиться на компании.

Список литературы

1. Организация и нормирование труда на предприятии URL: http://odiplom.ru/lab/organizaciya-i-normirovanie-truda-na-predpriyatii.html

2. Нормирование труда URL: http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/normirovanie-truda.html

3. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, 2018.

4. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли // Учебное пособие / Москва, 2017.

Фирменный стиль как средство создания имиджа компании

Крылова А.А.
Научный руководитель — Кузьминский А.Е.
МАИ, Москва
Ksu.K.96@mail.ru

Основной целью фирменного стиля является выделение компании на фоне конкурентов, также он помогает приобрести презентабельный вид перед партнерами, клиентами, увеличить уровень доверия и узнаваемость. Фирменный стиль каждой компании состоит из индивидуального подхода к документам, цветовой гамме, рекламе и прочему.

Основными составляющими элементами фирменного стиля служат:

1. Товарный знак. Товарный знак используется для маркировки товаров и выделения их из массы однородных и сходных товаров, а знак обслуживания используется для маркировки сервисов и услуг и выделения их из массы однородных и схожих сервисов и услуг.
2. Фирменный блок. Грамотно разработанный фирменный блок включает различные части, которые можно использовать по отдельности, однако каждый элемент этого блока должен сочетаться с другим, и вместе они должны образовывать цельный фирменный стиль. Периодически фирменный блок может содержать в себе различные персональные данные компании, ее полное название, рекламный символ, список предоставляемого обслуживания, различные декоративные элементы, лозунги и фразы. К примеру, можно было встретить в фирменном блоке компании «Сбербанк» фразу, которая содержала год основания банка «Основан в 1841 году».
3. Фирменный слоган.Это яркие и меткие рекламные фразы, которые не только продают товар, но и формируют образ компании в головах потребителей.
4. Фирменная цветовая гамма. Цвета влияют на эмоциональную составляющую человека. В фирменном стиле они вызывают ассоциативное мышление с определенным видом деятельности. Так, финансовые учреждения сопоставляются с синим и зелёным цветом, молочное производство с белым, туристические агентства с голубым. Специалисты рекомендуют использовать в фирменном стиле не более двух цветов, так как большее их количество может раздражать или негармонично сочетаться.
5. Фирменные шрифты. В данном элементе важны размер шрифта, его гарнитура и жирность, так как они должны легко читаться обычными людьми.

К фирменному стилю относят и другие элементы, которые играют очень важную роль в создании образа компании, например, различные эмблемы фирмы, схему верстки, форматы изданий корпоративного героя и другое.

Носителями фирменного стиля являются абсолютно все изделия, которые созданы при соблюдении правил корпоративного фирменного стиля. Таковыми являются: печатная реклама фирмы, средства PR, сувенирная продукция, документы и удостоверения, элементы служебных интерьеров и другое. Они основываются на ключевой политике бренда компании, при помощи которых у неё создается определенный индивидуальный узнаваемый имидж.

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.

Совершенствование технологий подбора и отбора персонала

Кузьмина Д.Д., Баулин Г.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Новиков С.В.
МАИ, Москва
zay1998@mail.ru

На сегодняшний день политика предприятия по подбору и отбору кадров является главенствующей и играет важнейшую роль для достижения миссии и целей организации. Прием новых сотрудников на работу – неотъемлемая деятельность HR-отдела в любой компании. Прием на работу подразделяется на 2 этапа: подбор и отбор персонала. Подбор персонала – первый этап в процессе приема кандидатов на вакантную должность, это целенаправленная деятельность компании или организации по привлечению в компанию или организацию кандидатов, обладающих соответствующими качествами и требованиями данной организации. Отбор персонала – второй этап в процессе приема кандидатов на работу. Это процесс изучения психологических и профессиональных качеств работника с целью определить, подходит ли он на вакантное рабочее место или же нет.

В настоящее время почти в каждой организации совершенствуются методы подбора и отбора персонала. Поиск кандидатов через социальные сети, использование роботов-рекрутеров в системе отбора персонала, чат-боты и аудиоботы – все эти новые технологии улучшают и автоматизируют процесс подбора и отбора персонала в современных компаниях. Разумеется, организации также используют и традиционные методы подбора и отбора персонала, а именно: рекрутинг, exclusive search (прямой поиск), head hunting, preliminaring (привлечение к работе после стажировки или по результатам прохождения производственной практики), собеседование, телефонное интервью, групповое собеседование и ассесмент-центр.

В заключение необходимо отметить, что не существует универсальных методик подбора и отбора персонала. Каждый метод следует применять в зависимости от целей и интересов компании.

Список литературы

1. Агеев М.Н., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. 2019. №1.
2. Романадзе Е.Л., Семина А.П. Обзор методов оценки персонала в современных организациях // Московский экономический журнал. 2019. №1.
3. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. №5. С. 22.

Особенности проведения аттестации персонала на предприятиях высокотехнологичных отраслей промышленности (на примере ОАО «Горизонт»)

Курнюшенкова А.Е.
Научный руководитель — Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
nastyakurnyushenkova@mail.ru

Аттестация в системе управления персоналом на предприятиях высокотехнологичных отраслей промышленности играет немаловажную роль, так как является одной из наиболее эффективных форм оценки сотрудников.

Аттестация персонала направлена на улучшение качественного состава персонала и его обучения, определение степени загрузки работников и использования его по специальности. Поэтому актуальность данной темы не вызывает сомнений.

Объектом исследования является предприятие ОАО «Горизонт», занимающее прочную позицию на российском рынке среди производителей судовых навигационных радиолокационных станций. Предприятие ежегодно организует плановое профессиональное обучение сотрудников, тем самым

повышая эффективность работы кадров. Как следствие, при проведении аттестации ОАО «Горизонт» показывает хороший показатель профессионального обучения.

Особенностями проведения аттестации на предприятии ОАО «Горизонт» являются различные виды аттестации для руководителей, специалистов и других служащих, такие как:

• Очередная аттестация (обязательная аттестация, которая проводится раз в 2 года);

• Аттестация по истечении испытательного срока (при этом сотрудник будет более качественно выполнять свои новые обязанности, а работодатель будет уверен в правильности своего выбора);

• Аттестация при продвижении по службе (используется, чтобы понять, стоит ли доверять человеку более ответственную и важную должность);

• Аттестация при переводе в другое структурное подразделение.

Проводить аттестацию нужно регулярно, так как только в таком случае можно добиться желаемого результата. Руководитель компании самостоятельно выбирает должности, которые подлежат аттестации, а также устанавливает все сроки.

Преимущества аттестации персонала:

• У персонала будет развиваться корпоративный дух;

• Сотрудники будут работать с удовольствием, так как у них появится мотивация;

• Работодатель сможет улучшить производительность работы персонала, так как работники получат новые знания и умения, а также усовершенствуют уже имеющиеся.

По нашему мнению, такую особенность необходимо внедрять и на других предприятиях отрасли. Преимуществом данной системы аттестации является её обширность, то есть не только штатные сотрудники проходят аттестацию, но и руководители, специалисты и другие различные служащие.

Еще один вид аттестации проводится при переводе в другое структурное подразделение, позволяющий сотруднику увидеть и понять свои возможности в новом отделе, а так же познакомиться со своими потенциальными должностными обязанностями.

Особенности аттестации устанавливаются локальным нормативным актом работодателя, разработанном на основании Порядка, согласованным с первичной профсоюзной организацией или иным представительным органом работника.

В заключении можно отметить, что грамотно проведенная аттестация персонала предприятия поможет выявить ошибки и найти решение для устранения проблем.

Оценка персонала

Лавлинская А.Д.
МАИ, Москва
alexis.law@yandex.ru

Одним из главных направлений менеджмента является управление персоналом в организации, поскольку результат работы сотрудников влияет на эффективность и результат работы всей организации. Управление персоналом — вид деятельности по руководству людьми, который направлен на достижение целей организации путем использования труда, опыта, таланта этих сотрудников с учетом их удовлетворенности трудом.

А одна из основных функций управления персоналом – это оценка самого персонала. Оценка персонала – это целенаправленный процесс установления соответствия качественных характеристик персонала требованиям должности или рабочего места. Оценка в свой черед складывается из совокупности действий, которые позволяют определить качества и знания работника, продуктивность выполнения должностных обязанностей и степень развития компетенций.

Оценка персонала строится на сведениях, которые собираются на анализе показателей сотрудников, которых оценивают, на сведениях об уровне их профессиональной квалификации, соответствии занимаемой ими должности, психологических и личностных качеств, и, помимо, этого, направлена на выявление потенциала.

Условие успешной оценки персонала – это ее совокупный характер. Роль оценки персонала в организации велика и разнообразна, поскольку касается и связывает все объекты и субъекты управления.

Во время осуществления оценки персонала в организации следует грамотно подобрать метод оценки, отталкиваясь от потребностей, целей и задач самой организации. Совершить этот выбор довольно сложно, так как этот процесс оценки предполагает совокупность нескольких способов исследования. Однако в этой ситуации важно учитывать адекватность методики структуре организации и взятой задаче. Таким образом, следует сочетать анализ личностных и профессиональных качества работников организации, а также анализ результатов их труда.

Проанализировав процессы оценки персонала в одной из самых известных и давно работающих IT-компаний в г. Москве, можно сделать вывод, что комплексный метод оценки персонала дает возможность получить более полный и достоверный результат как для организации, так и для оцениваемого работника.

Вслед за включенным наблюдением и беседой со специалистом по управлению персоналом организации я выявила, что в дополнение к аттестации нужно улучшать процесс оценки персонала. Исследовав технологию анализа работников и изучив отечественный опыт, разработала мероприятия по разработке комплексной оценки персонала организации, которые включают в себя следующие методы:

1. Метод «360 градусов». Это один из лучших методов в мировой управленческой практике. Этот метод предполагает полную оценку персонала: линейных руководителей, менеджеров и специалистов. Технологии оценки бывают различными: от анкеты до устного сообщения о сотруднике. Методика «360 градусов», не как другие, позволяет оценить работу сотрудников в действительности.

2. Тестирование. Данный метод позволяет определить профессиональные знания и умения, мотивы и психологию личности с помощью специальных тестов.

3. Интервью. Этот метод состоит из 20 вопросов, которые выявляют мотивацию, лидерские качества, ответственность, результат работы и развитие персонала. Кроме этого, включены вопросы, которые выявляют лояльность сотрудников к компании.

4. Решение «кейсов». Это метод включают в себя задания для сотрудников, которые выполняются в рамках конкретных производственных ситуациях, а также наблюдение за процессом. Эта методика дает возможность проанализировать поведение персонала: способны ли сотрудники решать задачи и принимать на себя ответственность. Таким образом раскрываются лидерские качества и способности работников к коммуникации.

На мой взгляд, используемый подход к оценке персонала IT-компании является достаточно полным и многосторонним, поскольку носит комплексный характер. Одна из задач управления персоналом – это открыть и максимально реализовать потенциал всех работников.

Список литературы

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, 2018.

2. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

3. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли // Учебное пособие – Москва. 2017.

Исследование взаимоотношений в коллективе ПАО «Ростелеком»

Любимцева А.С.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Одинцово
anastasia_shien01@mail.ru

Необходимость изучения взаимоотношений в коллективе очень важна, так как они сказываются на формировании личности работника. Между различными группами большое внимание уделяют коллективам. В коллективе межличностные отношения построены на положительных качествах – на обоюдном доверии между людьми, открытости, честности, порядочности и уважении коллег.

Психологически развитая как коллектив называется группа, в которой выработалась система личных и деловых взаимоотношений, создающихся на высокой нравственной основе. Такие отношения называются коллективистскими. Эти отношения базируются благодаря следующим понятиям: организованность, эффективность, открытость, коллективизм, контактность, нравственность, ответственность и информативность. Коллектив, который не расположен к стрессовым ситуациям, межличностным и внутригрупповым конфликтам и имеет конструктивную направленность, обладает благоприятным психологическим климатом. А коллектив с неблагоприятным климатом склонен к многочисленной трате энергии, к выражению недовольства, урегулированию конфликтов и определению четких целей.

В качестве базовой организации выступила компания ПАО “Ростелеком”, которая является исполнителем мероприятий различных государственных программ в области информационных технологий. Проведенный анализ основывался на изучении взаимоотношений в коллективе конкретного отдела компании. С целью определения взаимоотношений в данном коллективе был

проведен опрос сотрудников отдела. По результатам опроса стало ясно, что члены коллектива действуют друг с другом сообща и удовлетворены принадлежностью к своему коллективу, что говорит о благополучном социально-психологическом климате. Так, лишь 31% сотрудников относятся к своим коллегам полностью безразлично и не готовы к контакту по вопросам работы. Еще меньшее число персонала (17%) считают коллектив неприятными людьми, не хотят идти им на уступки и навстречу к хорошим отношениям.

Проведенный анализ взаимоотношений в коллективе в ПАО «Ростелеком» позволил сделать следующий вывод: в исследуемом коллективе наблюдается достаточно высокий уровень группового развития, члены коллектива в основном действуют сообща, удовлетворены принадлежностью к данному коллективу, что свидетельствует о благоприятном психологическом климате.

Сплоченность коллектива в значительной мере зависит от личностных характеристик каждого члена группы. Взаимоотношения между участниками складываются с учетом манеры поведения, типа темперамента, культуры поведения, которая проявляется в степени эмоциональной теплоты, симпатии и антипатии.

Совершенствование социально – психологического климата в коллективе

Мартынова Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
Elena.martinow@yandex.ru

Актуальность данной темы обусловлена проблемами эффективности организации управления персоналом, регулирования отношений, складывающихся между ними, влияющих на благосостояние и результативность. Соответственно, каков будет социально-психологический климат в коллективе, это будет результат деятельности организации.

В качестве базовой организации выступило ООО «Логические Системы» город Раменское Московской области.

В ходе проведенного исследования на диагностику социально- психологического климата в ООО «Логические Системы» были выявлены следующие проблемы: очень немногие сотрудники ощущают взаимосвязь между своим вкладом в компанию и уровнем оплаты труда; сотрудники мало времени уделяют во время рабочего дня физической подготовке; существует большое давление руководства на производственную атмосферу в коллективе; на предприятии имеются недостатки в организации труда, отсутствует аттестация рабочих мест, что позволило бы адекватно оценить и выявить негативное влияние производственных факторов на здоровье сотрудников.

По результатам исследования были предложены следующие рекомендации:

• Усилить функцию социальной защиты сотрудников;

• Руководитель должен создавать условия, способствующие обучению;

• Основным направлением работы по нематериальному стимулированию должно являться повышение комфорта на рабочем месте.

• Обеспечить возможность профессионального квалифицированного продвижения персонала;

• Во время регламентируемых перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, устранения гиподинамии, предотвращения утомляемости целесообразно устраивать в каждой комнате физкультминутку;

• Для повышения интереса к работе, самореализации и повышения своего профессионализма необходимо закупить и внедрить новую программу, которая поможет в дальнейшем сотрудникам работать более эффективно.

Список литературы

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли: Учебное пособие. - М.: Доброе слово, 2017 г. – 120 с.

2. Краев В.М., Тихонов А.И., Федотова М.А. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: Учебное пособие. – Ставрополь: Центр научного знания «Логос», 2018 г. – 108 с.

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 г. (Vol. 12 Nom. 6).

4. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование труда персонала в авиакомпании// Московский экономический журнал. №5. 2018. С. 22.

Обеспечение экономической безопасности на авиационном транспорте

Мешанков Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
mmeshankov@bk.ru

Национальная безопасность включает в себя такие виды, как оборонная, информационная, экономическая, экологическая, транспортная и др. Экономическая безопасность позволяет обеспечить достойные условия работы и жизни населения страны. Особое значение обеспечения экономической безопасности состоит в возможности значительного стимулирования развития личности, а также в создании надежного механизма защиты по противостоянию всем внутренним и внешним угрозам.

Экономическая безопасность на авиационном транспорте представляет собой определенное состояние защищенности объектов и субъектов профессиональной деятельности от различных негативных и вредных воздействий.

Проводится комплексный анализ защищенности любого объекта как от внутренней угрозы, так и от внешней. Первоочередной задачей должно быть обеспечение требований по безопасности полетов на высоком уровне, а также нормативных эксплуатационно-технических требований по авиационной безопасности. В свою очередь, безопасность полетов, как показатель защищенности объекта от внутренней угрозы зависит от качества функционирования основных составляющих его звеньев: состояние эксплуатируемой авиационной и наземной техники, квалификацию летно-технического состава, а также персонала служб управления воздушным движением и обеспечение полетов.

Авиационная безопасность, прежде всего, направлена на защиту воздушного транспорта от внешнего вмешательства и вытекающих из этого угроз. Для обеспечения безопасности проводится специальный комплекс мер: обеспечение охраны самолетов, аэропортов, а также других объектов инфраструктуры, досмотр членов экипажей, обслуживающего персонала, пассажиров, ручной клади, багажа, бортовых запасов и прочего груза, а также предотвращение и пресечение попыток захвата воздушных судов.

Необходимо учесть новую вероятностную угрозу на авиационном транспорте в виде организационно-управленческого фактора. Он должен в процессе всей деятельности, связанной с эксплуатацией воздушного транспорта, формировать благоприятную внешнюю и внутреннюю среду, тем самым обеспечивая безопасные перевозки или, наоборот, негативную среду, обусловливающую наличием ряда авиакатастроф. Причинами современных катастроф могут быть: техногенные причины, человеческий фактор, несоблюдение правил безопасности и т.д.

Основными фундаментальными принципами управления устойчивостью, безопасностью и эффективностью функционирования отечественного воздушного транспорта являются:

- Определение факторов опасности и вероятности рисков;
- Управление факторами опасности и рисков;
- Установление степени серьезности факторов опасности и рисков;
- Контроль и уменьшение факторов опасности и рисков;
- Установление допустимого уровня рисков.

Безопасность на авиационном транспорте органично связана со многими экономическими факторами:

- Уменьшение национальных технических, технологических, и управленческих ресурсов;
- Кризисные явления, глобальные вызовы и угрозы как национальной, так и экономической безопасности страны;
- Усиление глобальной конкуренции и глубокие структурные преобразования мирового хозяйства и экономики рыночных отношений;
- Отсутствие антикризисного управления в предоставлении безопасных транспортных услуг населению и оборонному комплексу;
- Рост дефицита человеческого капитала, определяемого требуемым качеством установленного профессионального уровня кадров на транспорте;
- Глобальные вызовы террористической деятельности на транспорте.

Экономическое и политическое состояние страны оказывают важное влияние, как на внешнюю, так и внутреннюю составляющие безопасности воздушного транспорта страны. В то же время безопасность транспорта является одним из звеньев экономической безопасности страны, т.к. именно он решает проблемы связанности территорий.

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.

Психодиагностика как инструмент профессионального отбора в авиации

Миронова Е.К.
Научный руководитель — Денисов А.М.
РТУ МИРЭА, Москва
ekaterina_mironova_99@mail.ru

Иногда процесс отбора кандидатов на должность заключается лишь в оценке профессиональных способностей, необходимых для решения поставленных задач и получения необходимых результатов работы. Но стоит отметить, что успешная деятельность организации зависит не только от профессионального уровня персонала, но и от грамотной диагностики его психологических особенностей и правильного оперирования результатами проведенных методик, благодаря которым можно выявить компетенции, описывающие необходимые стандарты поведения и наиболее значимые для определенной должности личностные черты сотрудника.

Психологическая диагностика – одна из отраслей психологической науки, разрабатывающая проблемы конструирования методов и методик оценки, измерения, классификации психологических и психофизиологических особенностей людей, а также использования этих методов и методик в практических целях [1].

24 марта 2015 года Авиалайнер Airbus A320-211 авиакомпании Germanwings выполнял пассажирский рейс 4U9525 по маршруту Барселона—Дюссельдорф. На его борту находились 144 пассажира и 6 членов экипажа. Через 30 минут после взлёта самолёт внезапно перешёл в быстрое снижение и ещё через 10 минут врезался в горный склон в Прованских Альпах и полностью разрушился. Все находившиеся на его борту 150 человек погибли. Крушение самолета потрясло весь мир, но ещё больше потрясло то, что пилот рейса Андреас Лубиц, по-видимому, разбил самолёт умышленно, как следует из предварительного отчёта о расследовании крушения лайнера. При обыске в квартире Андреаса Лубица была найдена порванная справка об отпуске по болезни на время рейса 4U9525. Также при обысках были обнаружены прочие «документы медицинского содержания», которые указывали на то, что мужчина был нездоров. Согласно данным следствия, состояние здоровья летчика было нестабильным, однако он не говорил об этом своему руководству и коллегам [2].

Данная ситуация говорит о том, что психическое здоровье летчиков – это один из основных критериев профессионального отбора в авиации. Сложность, опасность и ответственность летной деятельности, особенности профессиональной подготовки летчиков, а также их физического и психического статуса, определяют высокий уровень рабочих и психических нагрузок. Важно своевременно выявлять психические отклонения летчиков, что в свою очередь позволит избежать таких последствий, как Катастрофа A320 под Динь-ле-Беном. При отборе авиационного персонала для анализа личностных качеств и диагностики психологических особенностей используют авиационные психологические тесты. Они являются наиболее удобным средством диагностики и делятся на обобщенные и специальные. Наиболее популярными и часто применяемыми при отборе авиационными психологическими тестами являются универсальные анкетные методы MMPI-2 и Р.Кеттелла. Вторые представляют собой узкоспециализированные психологические тесты, которые нацелены на диагностику выделенных психологических составляющих обследуемого. К ним можно отнести, к примеру, методики К.Леонгарда, Д.Голланда, Рокича-Шварца, ДМО Тимоти Лири, Краткий Отборочный Тест.

Список литературы
1. Психодиагностика. Теория и практика. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / под ред. М. К. Акимовой. – 4-е издание, перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – с. 8
2. Crash meurtrier dans les Alpes [Электронный ресурс] режим доступа: https://www.europe1.fr/faits-divers/Crash-meurtrier-dans-les-Alpes-785214 (15.02.2019)

Методы мотивации и стимулирования персонала

Могучев М.Р.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
moguch98@mail.ru

В условиях возрастающей доли спроса на служащих, способных на продуктивную аналитическую деятельность и выработку креативных решений, на современном рынке труда, а также увеличение стоимости человеко-часов такого персонала, вопрос мотивации и стимулирования требует от организаций внедрения новейших методов в этой области. Такие изменения необходимы любой организации от транснациональных компаний до локальных предприятий, поскольку глобализационные процессы конца XX начала XXI века создали беспрецедентную зависимость различного рода организаций от ситуации на мировом рынке, который, по прогнозам многих экспертов, может поразить экономический кризис уже в 2020 году.

Чтобы увеличить эффективность работы организации в целом, необходимо разделять мотивацию персонала (условия вокруг сотрудника, которые заставляют его хотеть добиваться больших результатов) и стимулирование персонала (воздействие на сотрудников с целью достижения ими определенных результатов). При этом необходимо учитывать, что традиционное стимулирование персонала в развивающихся и развитых странах становится неэффективным без его мотивации, поэтому внедрение новых методов должно иметь комплексный характер.

Более того, при огромном выборе видов материальной и нематериальной мотивации персонала, устоявшихся систем стимулирования и штрафов, от современных отделов по персоналу требуется индивидуальный подход к каждому сотруднику, ведь мотивация разных людей всегда будет отличаться, к примеру, для зрелых сотрудников приоритетна экономическая мотивация, позволяющая достойно содержать семью, а мотивацией для молодого сотрудника станет возможность карьерного роста или рейтинговая система.

Таким образом, можно сделать вывод, что простое внедрение новейших методов в области мотивации и стимулирования персонала приведет к увеличению эффективности их работы, необходимо учитывать множество факторов от ситуации в отрасли до семейного положения сотрудников. Только в таком случае можно рассчитывать на успешную работу компании в этой области, которая в долгосрочной перспективе скажется на конкурентоспособности компании и ее привлекательности у соискателей.

Обучение как инструмент повышения эффективности персонала в аэрокосмической отрасли

Москалева А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
Annmo@mail.ru

В информационном обществе невозможно обойтись без определенных знаний, которые надо не только получить, но и уметь находить на практике многообразие путей решения по соответствующей проблеме.

Обучение, повышение квалификации и переподготовка персонала считается важнейшим аспектом в развитии любой организации. Многие компании стремятся быть в курсе последних тенденций рынка и использовать передовые методы обучения персонала. Появляются новые требования в углублении знаний, навыков, а также в их обновлении.

В современном обществе существует различный спектр эффективных методов обучения персонала:

- Дистанционное обучение;
- Видеокурсы;
- Модульное обучение;
- Обучение кейсами из практики;
- Деловая игра;
- Метафорическая игра;
- Ролевая игра;
- Мозговой штурм;
- Поведенческое моделирование;

• Обучение действием;
• Баскет-метод;
• Shadowing;
• Ротация.

А также невозможно обойтись и без традиционных методов обучения, таких как лекции, семинары, тренинги, наставничество, стажировка и самообразование, которые на современном этапе не теряют своих преимуществ.

Например, в компаниях авиационных и ракетно-космических отраслей обучение включает в себя развитие управленческих, профессионально-технических и бизнес-компетенций. Организации основываются на практике отечественных и зарубежных предприятий авиационной и космической отрасли, разрабатываются различные проекты, в ходе которых специалисты могут отработать полученные знания.

Перед выбором метода обучения компании определяют целевую аудиторию, цель, значимость для предприятия, ключевые темы, продолжительность и материальные 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.

Лидерство в коллективе, его основные виды

Москалёва Ю.А., Ерохина К.С.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
moskalyova.yulya@yandex.ru

Проблема лидерства считается основной для достижения организационной эффективности. Лидерство подразумевает собой наличие определенного набора качеств, знаний, умений и навыков, приписываемых тем личностям, которые успешно оказывают влияние или воздействует на других. Лидерство зависит также не только от внутренних характеристик человека, но и от внешних факторов, от жизненного опыта, а решения лидера порой зависят от сложившейся ситуации, этот вопрос был также мной рассмотрен.

Лидерством считается способность влиять на группы людей и, в частности, на их индивидуумов, чтобы побудить их к работе для достижения поставленных целей. Лидерство – это талант, если его не развивать и не подкреплять, то он угаснет, как и угасают все другие способности человека.

Всё больше компаний осознают, что эффективность и успешность их деятельности зависит от того, насколько силён их лидерский потенциал. В организационных структурах разделяют два вида лидерства: формальное и неформальное. Формальное лидерство подразумевает оказывание влияния на людей с позиции занимаемой должности. Неформальное лидерство связано с личностными взаимоотношениями в коллективе. Нередко случается так, что эти понятия дополняют друг друга. Когда формальный руководитель предприятия становится выявленным лидером в своём коллективе, это даёт все шансы процветания и эффективной работы организации. Зачастую случается и так, что эти понятия разграничивают друг друга и вступают в конфликт. Тогда организации не приходится ждать хороших результатов деятельности.

С точки зрения роли лидерства в организации выделяют три вида:

• Деловое лидерство. Основано на реализации производственных задач, лидер компетентен в профессиональной области. Деловой стиль лидерства опирается на опыт и деловой авторитет.

• Эмоциональное лидерство. Эмоциональный лидер в группе вызывает доверие окружающих, способен снимать психологическую напряженность в коллективе.

• Ситуативное лидерство. Проявляется неустойчиво в зависимости от конкретной ситуации. Может сочетать в себе признаки эмоционального и делового лидерства.

Настоящий лидер идеален во всём. Существует три вида качеств, над которыми следует работать: личные, профессиональные, и организаторские. Необходимо развивать в себе качества и не останавливаться на достигнутом.

Лидерство позволяет личности развиваться и ощутить полноту жизни. Однако это происходит лишь при условии осознания уникальности своих качеств. Нужно быть самим собой, найти в себе

дарование, способности, энергию и отдать на это все время и силы. Ведь быть лидером — не только награда, но и тяжелая ноша.

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. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли. - М.: Доброе слово, 2017. - 120 с.

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.

Бизнес-симуляции в программах обучения

Мурадова Н.М.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
nargiz_muradova97@mail.ru

В условиях быстроменяющегося и развивающегося мира обучение персонала заслуживает повышенного внимания и становится неотъемлемой частью любой организации. Ведь высокие показатели деятельности компании зависят от уровня профессионального развития персонала.

Сегодня большое число руководителей осознают важность обучения и активно развивают данное направление в своих организациях. Сотрудники многих компаний уже успели пройти различные курсы и тренинги, которые сформировали у них мнение, что “они все знают”. Но, к сожалению, не всегда данные знания применимы на практике.

На сегодняшний день большую популярность набирает такой метод, как бизнес-симуляция. Он основан на погружении в виртуальную реальность с законами настоящего бизнеса. Бизнес-симуляция может включать в себя деловую игру, кейсы и ролевые игры. Метод направлен на практические аспекты, способствует развитию навыков по необходимым компетенциям, адаптирует к изменениям компании и вовлекает в процесс обучения. Бизнес-симуляция достаточно универсальный метод, который подходит и в случаях отсутствия теоретической базы. В этом случае в симуляцию просто включают теоретический блок, тем самым наделяя обучающей, закрепляющей и мотивирующей функцией. Участники бизнес-симуляции индивидуально делают выводы и обретают персональный опыт, который потом проще и быстрее внедрить в трудовую деятельность. Сотрудники разного уровня могут участвовать в симуляции, что только пойдет на пользу и обогатит игру.

Любая бизнес-симуляция должна разрабатываться с учетом особенностей организации и специфики сферы бизнеса, что требует от ее разработчиков высокого уровня профессионализма и существенных затрат времени.

В заключение необходимо отметить, что обучение сотрудников является одним из самых важных элементов управления персоналом современной организации, желающей быть успешной. А такой метод обучения, как бизнес-симуляция, является эффективным решением данной задачи. Ведь с ее помощью можно стремительно “погрузить” сотрудников в бизнес-ситуацию и сформировать понимание бизнес-процессов.

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. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

3. Шаталова М.Ю., Федотова М.А., Тихонов А.И. Инновационные подходы развития руководителей // Московский экономический журнал. 2017. № 3. С. 19.

4. Мурадова Н. М., Федотова М. А. Особенности мотивации и стимулирования персонала в аэрокосмической отрасли //Гагаринские чтения-2018. 2018. С. 133.

Формирование базовых навыков в области технологии и дизайна транспортных объектов

Назаренко П.П.
Научный руководитель — профессор, д.и.н. Тарасова В.Н.
МАИ, Москва
polinazarenko@yandex.ru

Ранняя профориентация детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста в области научно-технического творчества позволяет развивать предпосылки к инженерно-техническим компетенциям.

К субъектам инновационной инфраструктуры по научно-техническому творчеству относят центры молодежного инновационного творчества и детские технопарки.

В начале 2019 г. в Москве функционировало 15 детских технопарков, в том числе 2 – по транспортной тематике на базах Московского политехнического университета и Московского авиационного института. Планируется к открытию детский технопарк и в Российском университете транспорта (МИИТ).

Обучение детей в старшем дошкольном и младшем школьном возрасте основам конструирования формирует склонность к будущим инженерным и технологическим профессиям.

Детали и принципы скрепления, используемые в отечественном каркасно-рамочном конструкторе AVToys, по сравнению с зарубежными аналогами, позволяют с бóльшим приближением воссоздавать реальные объекты, в качестве которых могут выступать транспортные системы в многообразии цвета, формы, образа, движения.

Благодаря уникальным деталям скрепления 120˚ и треугольным формам сборочных элементов конструктора у учащихся развивается микромоторика. Они быстрее переходят от двумерного мира с его дизайном («мозаика») к трехмерным объектам, а использование инструкций по сборке формирует техническую грамотность, умение «читать» и строить инженерные чертежи и на плоскости отражать объемные предметы, тем самым формируя и развивая навыки пространственного и структурированного логического образного мышления и 3D-видения, системного подхода.

Формируемые базовые компетенции:

а) старший дошкольный возраст (5-7 лет): цвет, форма, гармония цвета, переход от 2D к 3D, чертеж/сборочный чертеж 2D-объектов;

б) начальная школа, 1 уровень (7-8 лет): композиция, декомпозиция, чертежи и виртуальные модели 3D-объектов, перспектива, проекции;

в) начальная школа, 2 уровень (9-10 лет): кинематика, разработка техдокументации (чертеж, спецификация, инструкция).

Конструктор AVToys позволяет проектировать коробчатые формы с многогранной оболочкой и собирать сложные модели из этих модулей по принципу "матрёшки", что очень важно при создании макетов космических станций и разрезов оборудования.

Список литературы

1. Жуков В.В., Тарасова В.Н., Ляпина С.Ю. О роли конструирования в научно-техническом творчестве детей – будущих инженеров // Мир транспорта. 2016. № 6. С. 208-215.

2. Жуков В.В., Тарасова В.Н., Ляпина С.Ю. Формирование базовых компетенций для будущей инженерной деятельности в условиях ускорения научно-технического прогресса // Инновации. 2017. № 11 (229). С. 88-96.

Информационные технологии в маркетинговой деятельности

Николаев И.А.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
РТУ МИРЭА, Москва
nikolaeva.m.e@mail.ru

Современный этап развития экономики и общества диктует отечественному производителю направлять свои усилия на повышение уровня конкурентоспособности, инвестиционной привлекательности, заинтересованности потребителя в продукции. Одним из направлений решения проблемы является развитие технологической базы и совершенствование систем управления, а следовательно, привлечение инвестиций. Для инвесторов показатель рыночной стоимости предприятия, включающих стоимость как материальных, так и нематериальных активов, является универсальным индикатором, позволяющим принимать решения о степени участия в инвестировании

проектов. Как известно, стоимость материальных активов российских предприятий невелика из-за изношенности производственных фондов. Следовательно, необходимо искать иные потенциальные источники роста стоимости предприятий – нематериальные активы. Практика зарубежных компаний показывает, что в общей структуре стоимости современных предприятий все более возрастает доля нематериальных активов, в частности, маркетинговых. Таких как товарный знак, бренд, знание рынка, лояльность потребителей, стратегии развития и др.

В научной литературе эффективный маркетинг рассматривается долгосрочным конкурентным преимуществом при успешном решении следующих задач: качественный конъюнктурный, конкурентный и стратегический анализ рынка, изучение и прогнозирование потребительского рынка, исследование и формирование потребительской культуры, максимально возможное прямое и косвенное влияние на рынок, что невозможно без использования современных информационных технологий.

Информационные технологии – совокупность средств и методов, обеспечивающая эффективность планирования, организации и управления процессом деятельности организации на всех уровнях за счет интеграции и взаимодействия составляющих информационной сферы – компьютерные комплексы, интеллектуальные терминалы, комплексы средств и методов организации массивов данных, кодирования и поиска информации, информационные сети и др. В своей деятельности маркетологи используют следующие программы: текстовые редакторы; электронные таблицы для обработки данных; программы, предназначенные для автоматизации процедур создания, хранения, ведения и извлечения данных (СУБД); программы контроля и координации деятельности электронного офиса; пакеты демонстрационной графики для проведения презентаций маркетинговой деятельности; графические редакторы для обработки графической информации и подготовки иллюстраций с последующей печатью; системное сетевое программное обеспечение для организации и управления; пакеты мультимедиа систем, коммуникационные программы; программы-переводчики, актуальные при организации внешнеэкономических связей и другие. Наиболее распространенными являются программные продукты Microsoft, а также широко в практической деятельности используется «1С» и другие.

Маркетинг является важной экономической компонентой современного бизнеса, тем не менее до сих пор специалисты говорят об острой потребности в программных средствах, об интуитивном принятии решений в сфере маркетинга, о недостаточной информационной поддержке, о низком уровне формализации процессов и других проблемах.

Таким образом, современные массивы информации невозможно обработать без использования информационных технологий. От уровня профессионализма маркетологов, от качества их специализированного программного обеспечения зависит жизнеспособность организации. Следовательно, повышается актуальность вложений в развитие ИТ-сферы организации, что влечет за собой существенное увеличение затрат на маркетинг, но обеспечивает эффективность бизнеса, конкурентоспособность продукции, инвестиционную привлекательность предприятия.

Особенности управления в современных условиях

Николаев И.А.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
РТУ МИРЭА, Москва
nikolaeva.m.e@mail.ru

В современных условиях глобализации, с одной стороны, и развития информационных и компьютерных технологий, активизации использования Интернета в рекламе, в PR-деятельности, в маркетинге, с другой, менеджмент организации оказывается в ситуации тотальной конкуренции. Производятся и покупаются не просто товары и услуги, а скорее бренды, для продвижения которых организации необходима способность занять свое уникальное место на рынке путем привлечения максимального внимания к своему продукту в мировом экономическом, культурном и информационном пространстве. Современный бизнес в своей деятельности все более ориентирован на использование символических ресурсов, что сближает его с социально-культурной сферой. Определяющими компонентами успешной деятельности на рынке наряду с ресурсами являются такие, как креативный потенциал, творческое мышление, нестандартные решения в производстве и т.п., а также поддержание заинтересованности в существовании организации со стороны целевой группы, инвесторов, общества.

В условиях информационного общества, когда основным товаром является информация, технологии менеджмента вынуждено приобретают новые черты: умение работать с информационно-

символическим полем, с информационными сетями, способность наделить результат работы коллектива организации долей эксклюзивности, донести для каждого потребителя уникальное лицо товара или услуги. Управляя процессами производства, менеджеры предлагают, а потребители приобретают не только функциональные характеристики товаров и услуг, а яркий образ, мечту, частицу мифа, эмоцию, возможность для собственной реализации. Существует обоснованное мнение, что современный бизнес производит не продукты, не товары и услуги, и даже не бренды, а собственно потребителя, формирует определенные типы личности, их образ жизни, культуру потребления.

В связи с этим основными направлениями технологии современного менеджмента являются технологии маркетинга, PR, имиджа, рекламы, грамотная работа с персоналом, которые в итоге сводятся к управлению коммуникативными процессами, информационными потоками, к использованию ресурсов ценностного, символического характера, что, в свою очередь, невозможно без тщательного изучения социально-культурных особенностей всех участников рынка.

Формирования кадрового состава на аэрокосмических предприятиях

Оболенская Т.Г.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
МАИ, Москва
romanova347@yandex.ru

Деятельность в аэрокосмической отрасли в настоящее время является одним из самых приоритетных направлений развития в современной России. Государство регулярно принимает участие в создании и поддержании программ данной отрасли, так как предполагает собой один из эффективных методов стабилизации экономико-политической ситуации в стране.

Рыночная экономика с каждым разом диктует все более жесткие правила, при которых все возможности и потенциалы должны быть реализованы в 100%-ной отдаче. Именно поэтому можно считать, что кадровый вопрос был и остаётся наиболее актуальным в первую очередь для самых передовых и инновационно ёмких отраслей отечественной промышленности, какой и является аэрокосмическая деятельность.

Кадровый состав аэрокосмического предприятия является его капиталом и одним из главных показателей его стабильности, а главное, конкурентоспособности.

Подготовка будущих специалистов и ученых под профильные рабочие места, будет способствовать как адекватному омоложению научных кадров, так и увеличит в целом интеллектуальный потенциал страны. На фоне этого необходима модификация программ обучения, направленность на спрос к компетенциям уже самого работодателя.

Также немаловажным аспектом в формировании потенциально продуктивного кадрового состава является создание кадрового резерва, в основе которого находятся высококвалифицированные, обучаемые и профессионально ориентированные специалисты, готовые приступить к выполнению новых обязанностей, что позволяет в общем счете избежать издержек на поиск, отбор и все этапы обучения и адаптации будущего сотрудника.

Применяя вышеприведенные направления деятельности работы с кадрами на предприятиях аэрокосмической промышленности, открывается реальная перспектива преодоления кризиса инноваций, возможности привлечения молодых специалистов, готовых привнести новые идеи и нестандартное видение не решение поставленных задач.

Список литературы

1. Изюмова И.В., Ряпухин А.В. Проблемы инновационного управления в авиационной промышленности // Креативная экономика. 2014. Том 8. № 6. С. 50-59.
2. Тихонов А.И. Особенности подготовки инженерно-экономических кадров для авиационного двигателестроения //Вестник университета. 2014. №. 14. С. 341 – 346

Управление конфликтами внутри коллектива

Овсянников Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
egor.ovsyan@mail.ru

Любому из нас приходилось встречаться с остроконфликтными обстановками в коллективе. Деятельность предприятий указывает, что бизнесменам в современном обществе нужны глубокие

познания и умения, связанные с управлением инцидентами и их предупреждением. Руководитель, который регулярно работает с людьми, обязан обладать способностью реагировать на появление конфликта, решать проблемы. Дисциплина управления персоналом допускает, то, что разногласия считаются обязательной составляющей жизнедеятельности компании. Наилучший метод предотвратить конфликт – не допустить его. К счастью на сегодняшний день были разработаны методы борьбы с конфликтами на предприятии. Не применять эти методы, не замечать их – означает утратить статус руководящего звена, лидера. Наиболее полная стратегия гуманизации в фирмах и организациях, а также самые наилучшие способы управления никак не уберегут от необходимости существовать в спорных условиях. Люди, которые не готовы к таким условиям, обязаны подумать, смогут ли они к управлению в организации, так как стиль управления людьми подразумевает образование конфликтных ситуаций. Это неотъемлемая часть работы. Конфликты могут подразделяться на эмоциональные и рациональные. Это помогает нам управлять конфликтами с помощью прямого воздействия на причины возникновения конфликта, анализа поведения оппонентов. Можно выделить основные способы, которые решают проблему возникновения конфликтов: социокультурные, организационные, социально-психологические. Не стоит забывать и то, что любой конфликт сопровождается некими затратами. Прогрессирующий конфликт в организации вовлекает в себя большое количество людей, меняет их вектор фокусировки с конкретных задач организации, нагнетает негативную атмосферу на рабочем месте. За протеканием и предотвращением конфликтов обязаны следить руководители подразделений в организации. Их задача сводится к осуществлению воспитательной функции внутри коллектива, прививать чувство сплочённости, взаимоуважения, помощи друг другу. Несмотря на большое количество участников, основная роль в разрешении конфликта как раз отводится руководителю подразделения. Руководитель обязан разбираться в аспектах психологии, уметь анализировать и диагностировать спорные ситуации на рабочем месте, иметь непоколебимость в собственных решениях, быть способным проводить персональный разговор с сотрудниками. Также не последнее место отводится и авторитету руководителя. Человек, которые сможет разрешить конфликт должен быть прежде всего лидером для других, обладать умением слушать и помогать. Существуют и более современные способы управления конфликтами. Они дают возможность работникам не только высказывать собственные возмущения, но и сообщать свое мнение о слабых сторонах организации или конкретного подразделения, концертировать свое внимание не на поиски виноватых, а на собственных ошибках. Эти методы позволяют поставить конкретную задачу, которую необходимо решить. Затем устанавливаются положительные моменты, которые получит сотрудник и организация от решения этих задач. Таким образом, создается мотивация для субъектов данного конфликта. Умение управлять конфликтами это целая наука, которая позволяет добиваться наибольших результатов при минимальных затратах.

Список литературы

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: Учебное пособие / Ставрополь: ЛОГОС, 2018.

2. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

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.

Исследование мотивации труда персонала на примере АО «ЗАРА СНГ»

Оганезова Я.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
yoganezova@mail.ru

Мотивация персонала – это эффективная система методов для повышения производительности труда.

Для эффективной деятельности организации требуются ответственные и инициативные работники, высоко организованные и стремящиеся к трудовой самореализации личности. Ориентация работников на достижение целей организации по существу является главной задачей управления персоналом.

Многие компании на первый план в мотивации выводят не только денежные поощрения, но также и перспективы в карьере работника.

АО «ЗАРА СНГ» – это компания, которая занимается производством одежды. Поскольку в магазинах работают в большей степени студенты, то благодаря удобному расписанию и социальным гарантиям, на работу в компании всегда есть спрос.

Чтобы узнать, что же мотивирует персонал магазина ZARA в Москве в торговом центре «Охотные ряд» был проведен опрос среди работников детского и мужского отделов. В опросе приняли участие 20 человек, из которых 17 женщин и 3 мужчин. Опрос был ориентирован на продавцов-кассиров и продавцов-консультантов.

По итогу исследования выяснилось, что деньги играют важную роль в мотивации труда персонала, но все же второе место занимает потребность в повышении своих профессиональных качеств.

Выделив два основных фактора мотивации труда персонала на предприятии, можно сделать вывод, что современная молодежь мотивирована в большей степени деньгами, а в меньшей – карьерным ростом.

Поскольку компания продвигает инициативных и активных работников, то получить повышение довольно просто и молодые люди этим пользуются, ведь дорасти до менеджера можно и без высшего образования.

Однако основная рабочая сила компании – это студенты, они готовы и работать, и учиться, а это значит, что работа занимает не самое главное место в их жизни. И поэтому большинству молодых людей нужен не опыт, а деньги. Их привлекают денежные вознаграждения, премии, даже корпоративные подарки и разнообразные тимбилдинги работники променяли бы на прибавку к зарплате.

Мотивация компании направлена на пожелания сотрудников, отработав год сотрудник получает заветную прибавку к зарплате, также к его заработной плате прибавляются проценты с продаж, что означает «как работаешь, так и получаешь».

Современные риски при подборе персонала

Перепечкин М.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Химки
max300497@mail.ru

Подбор персонала представляет собой ответственный процесс. Применительно к ракетно-космической отрасли такой процесс усложняется из-за высоких профессиональных отраслевых требований. Задача кадрового подразделения состоит в поиске и отборе кандидатов для дальнейшей процедуры проверки профессиональных знаний и навыков в подразделении предприятия – собеседовании с потенциальным руководителем. Т.о. процесс кадрового отбора можно разделить на 2 этапа – отбор на уровне HR и на уровне функционального подразделения. Не секрет, что финансовые затраты при собеседовании на уровне HR существенно ниже, чем в подразделении предприятия.

При корректном функционировании подобного процесса основная часть работы должна проходить на уровне HR, т.е. HR предполагается как «хороший фильтр» в процессе подбора.

На следующий же этап – собеседование с потенциальным руководителем – должны попадать соискатели, полностью удовлетворяющие формальным требованиям. Доля отказов на этом этапе должна быть минимальна.

На практике предприятия ракетно-космической отрасли стакиваются с операционным риском, связанным с ошибками в процессе подбора и отбора персонала.

Производство ракетно–космической техники (РКТ): ракет носителей и космических аппаратов, двигателей и двигательных установок, а также инфраструктуры обеспечения космической деятельности существенно отличается от производства других изделий машиностроения.

Проведенные в МАИ исследования по данной тематике показывают, что 1/3 персонала завода может сменить место работы, не только из-за более высокой зарплаты, но и из-за репутации самого предприятия. Также на рынок труда влияют такие факторы как географический. Свежим примером будет один из заводов по производству авиационных двигателей в Москве, который перенёс все производство в Воронеж. Часть высококвалифицированных специалистов не смогли поменять место жительство – рынок труда пополнился.

Как уже отмечалось, на рынке отсутствуют такие специалисты, как токари-расточники, слесарь-сборщик изделий точной механики, инженер-исследователь по баллистике и по динамике, по управлению движением космических аппаратов и другие.

Т.о. актуальность корректного кадрового процесса подтверждается исследованиями по отрасли. Среди факторов риска отметим снижение объемов производства ниже плановых или даже остановка производства.

По предварительным результатам исследования выявлено, что «идеальный» процесс отбора при приеме на работу новых работников не работает. После прохождения отбора в HR практически всем кандидатам отказывают кандидатам отказывают при собеседовании с потенциальным руководителем по «формальным» причинам. Обратим внимание на то, что отказ происходит уже на втором собеседовании непосредственно с руководителем отдела или комплекса.

Около 60% кандидатов отказывают по причине: «не тот профиль образования» и «отсутствие должности в штатном расписании», хотя кандидат прошел предварительный отбор в HR, и был приглашен на собеседовании к руководителю на основании данных анкеты.

Предварительные результаты показывают, что велика доля отказов бакалаврам, хотя диплом магистра не является формальным требованием. Вторым интересным моментом является то, что отказывают тем кандидатам, которым за 55-60 лет, по причине нежелания их переучивать. Еще один интересный факт – выявлено влияние возраста руководителя на процесс отбора. У молодых руководителей доля отказов соискателям на втором собеседовании составляет 20%, что является вполне приемлемым значением. В то же время, руководители преклонного возраста отказывают 80% соискателям. Считаем, что это не только риск снижения производства, но и репутационный ввиду безосновательных отказов соискателям.

Для снижения кадровых рисков, которые ведут к снижению уровня выработки, требуется проведение детального анализа причин отказов соискателям на всех стадиях процесса подбора персонала. Для этого необходимо провести детальную сегментацию причин отказа по стадиям подбора и отбора и формализовать требования к соискателям.

Список литературы

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: учебное пособие / Ставрополь, 2018.

Адаптация и ее влияние на эффективность работы организации

Печко А.А., Кострыгина А.А., Токунова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
anna.pe4ko@gmail.com

Адаптация считается важной частью процесса внедрения сотрудника в рабочую среду на предприятии. Пока новый сотрудник не приспособился к новым трудовым условиям, он не может полноценно выполнять свои обязанности. Поэтому необходимо использовать различные инструменты для поддержания или увеличения эффективности работы в кратчайшее время.

Адаптация является процессом со сложной структурой. Далеко не любой новый сотрудник быстро приспосабливается к работе на новом месте. Поэтому в адаптацию включают следующие взаимосвязанные аспекты, необходимые для решения данной проблемы, а именно: организационный, социально-психологический и профессиональный процессы.

Организационный адаптационный аспект позволяет сотруднику ознакомиться с его организационным статусом, изучить существующую структуру организации и механизмы управления. Социально-психологическая адаптация оказывает влияние на способность человека влиться в трудовой коллектив путем принятия установленных традиций, норм и ценностей фирмы. Профессиональная адаптация, в свою очередь, включает в себя освоение профессиональной деятельности. При учете всех этих аспектов адаптация может пройти быстрее и окажет положительное влияние на эффективность нового сотрудника в компании.

Существует много методов адаптации новоиспеченных работников, поэтому кадровая служба достаточно щепетильно и внимательно относится к их выбору. Вклад человеческих ресурсов в достижение целей организации и качество производимой продукции или предоставляемых услуг зависит в первую очередь от того, насколько эффективно проводится работа по отбору персонала. Но важно помнить о том, что даже грамотно подобранная система подбора не может обеспечить стопроцентный успех, если не уделить достаточно внимания вопросу адаптации новых сотрудников.

Поэтому необходимо продолжать использовать и развивать ту адаптационную систему, которая будет способствовать повышению эффективности работы 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. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли. - М.: Доброе слово, 2017. - 120 с.
3. Адаптация: электрон. дан..
Режим доступа URL: http://www.hr100.ru/wmc/info/article/article02/?id=1165253738 (Дата обращения 12.02.2019)

Профессиональная ориентация школьников. Мастер-класс: знакомство с профессией рекрутера в рамках урока обществознания

Прохорова В.С., Затолокина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
vikaproha.2703@gmail.com

Трудовое право начинают изучать еще в 9 классе, на уроках обществознания. Если заглянуть в учебник Л. Н. Боголюбова, А. И. Матвеева, Е. И. Жильцовой и других авторов, который является рекомендуемым учебником для обучения школьников обществознанию, то § 17 посвящен именно праву на труд и трудовым правоотношениям, также есть такая часть этого параграфа: учимся устраиваться на работу.

Лучше всего с таким обучением, как устроится на работу, могут справиться либо сами рекрутеры, либо студенты и преподаватели кафедр «Управления персоналом», познакомив ребят не только с профессией рекрутера, но и с тем, чему учат на данной кафедре. Таким образом, с детьми проводится профессиональная ориентация с целью привлечь школьников выбрать профессию, связанную с управлением персоналом, и пойти учиться именно по этой специальности.

Такие же уроки обществознания проводятся и в курсе 10-11 класса, но более расширено, что позволяет сделать 2 уровня такого мастер-класса:

1) для школьников 8-9 классов;
2) для школьников 10-11 классов.

В рамках проведения такого урока в средней школе предполагается рассказать ребятам, на какие правовые аспекты должен обратить внимание рекрутер, как правильно составить резюме, куда его можно выложить и отправить, как пройти собеседование. Такие вопросы разбираются в игровой форме и после проведения такого занятия, ребята сами составляют себе резюме, которое в дальнейшем они могли бы использовать при соискании работы.

Для старших классов может проводится более насыщенная программа мастер-класса. Так, например, ребята будут разделены на некоторое четное количество команд. Часть команд будут рекрутерами, а остальная часть соискателями. Время у команд ограничено: 30 минут.

В каждой команде соискателя несколько человек с разной историей (например, школьник Петров И.А., 15 лет, ищет работу, характер: вспыльчивый), задача, чтобы в команде как можно больше человек было принято на работу.

Каждая из команд рекрутеров – фирма, к каждому участнику такой команды подходит соискатель и пытается устроиться на работу в фирму.

Пример инсценировки такой игры: у нас 2 команды рекрутеров по 5 человек и 2 команды соискателей так же по 5 человек ребята распределяются по парам: Рекрутер-Соискатель и начинают собеседования. Побеждает 2 команды: рекрутеры и соискатели. У рекрутеров победа оценивается по их навыку проводить собеседования и качеству отбора, у соискателей побеждает та команда, в которой ребята смогли устроится на большее количество работ.

Что б ребята поняли, что им следует не сдаваться до последнего перед такой игрой можно провести небольшую тренинг-игру под названием «Три капитана».

Для проведения этого тренинга нужны три добровольца.

Инструкция:

Представьте себе, что вы живете на необитаемом острове. Известно, что через некоторое время этот остров уходит под воду и перестает существовать. И так случилось, что мимо этого острова проплывают три корабля, которые временно причалили, но через некоторое время обязательно уплывут. Ваша задача в течение 10 минут, получить от капитанов согласие взять вас на корабль. Согласие получается в виде подписи капитана корабля. Для этого вам нужен будет какой-либо

листочек для сбора подписей. При этом важный момент связан с тем, чем больше подписей, тем лучше для вас. Подумайте, как вы будете получать эти подписи, а мы с капитанами – добровольцами пока выйдем.

Выходим с добровольцами за дверь для того, чтобы остальная группа не слышала инструкции.

Капитаны, ваша задача давать подпись на каждое пятое обращение. Но не говорите никому, почему вы ставите подпись.

Возвращаемся и начинаем тренинг.

После тренинга задаются вопросы:

1) У кого 1 подпись? 2? 3?
2) У кого 0 подписей? Почему у кого-то много, а у кого-то мало их или нет вообще?

Данный тренинг показывает ситуацию, что не надо сдаваться при поиске работы, и рано или поздно, тебя возьмут на желаемую должность.

Список литературы

1. Обществознание 9 класс: учеб, для общеобразоват. организаций с прил. на электрон, носителе / [Л. Н. Боголюбов, А. И. Матвеев, Е. И. Жильцова и др.]; под ред. Л. Н. Боголюбова [и др.]. — М.: Просвещение, 2014. — 208 с.

2. Упражнение “Три капитана” // Технология тренинга URL: https://trainingtechnology.ru/61-uprazhnenie-tri-kapitana/ (дата обращения: 10.02.2019).

3. Желтенков А.В., Федотова М.А., Тихонов А.И. Анализ качества профессиональной подготовки специалистов по управлению персоналом в высших учебных заведениях // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. – 2018. №2. – С. 61–70.

Космический мусор и как с ним бороться

Радько А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
vodoley.alin@yandex.ru

Что же такое космический мусор? Космический мусор – это совокупность всех рукотворных объектов, находящихся на околоземной орбите, а также их обломков, неработающих спутников, отработанных двигателей ракет, дальнейшее использование которых не предусматривается ввиду неисправности. Все это не имеет практического применения, но все-таки представляют серьёзную опасность для рабочих орбитальных аппаратов, особенно управляемых человеком. Когда космические обломки достаточно большие, они представляют большую опасность, они угрожают планете напрямую – это связано с возможностью их бесконтрольного схода с орбиты, частичным сгоранием при падении сквозь атмосферу нашей планеты. Падение таких обломков может серьёзно повредить инфраструктуру населённых пунктов, производственных участков, важные транспортные узлы и другое. Такая проблема накопления мусора в космосе, на орбите Земли, была поставлена ещё в двадцатом веке, когда СССР подготавливал к запуску самые первые искусственные аппараты и спутники. Официально эта проблема была поставлена на международной арене только в 1993 году после выступления Генсека Организации Объединённых Наций по вопросу влияния космических программ на состояние окружающей среды. В этом выступлении он отмечал, что данная проблема имеет планетарный масштаб: «Нельзя говорить, что засоряется околоземное пространство какой-то отдельной страны, засоряется космическое пространство всей планеты, что отрицательно влияет на все государства в равной степени».

Все же, кто и как контролирует мусор в космосе? Есть огромное множество различных способов, позволяющих находить орбитальный космический мусор в околоземном пространстве. Существуют 2 метода: оптический (с использованием оптических телескопов) и радиолокационные (с применением радиотелескопов). Кроме этих методов, помогать выявлять подобные объекты позволяют многофункциональные инструменты анализа космического пространства и оборонные системы. Кроме того, существует множество программ национального уровня, предназначенных для обнаружения космического мусора и их дальнейшего устранения. Чтобы скоординировать деятельность таких программ, была создана специальная международная организация – IASDCC.

Список литературы

1. 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.

2. Метечко Л.Б., Сорокин А.Е., Тихонов А.И., Новиков С.В. Внедрение эколого-компенсационных систем по снижению антропогенных загрязнений прибрежных акваторий // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2017. № 1. С. 265-288.
3. Сайт: https://vtorothody.ru

Как Ключевые показатели эффективности могут повлиять на сотрудников

Ретивов Е.Н.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Сивоплясова С.Ю.
МАИ, Серпухов
Retivovzh@mail.ru

Ключевые показатели эффективности (KPI) – беспристрастный метод оценки количественной составляющей работы сотрудников. KPI показывают, как сотрудник работает: сколько привлёк клиентов, много ли подготовил документов, какую сумму заработал для компании и т.п. Компании рассматривают данные показатели как инструмент мотивации, т.е. сотрудники видят, что необходимо улучшить в своей работе для получения премии или продвижения по службе.

Многие руководители предприятий для своих сотрудников заведомо устанавливают нормы по показателям на завышенном уровне, что приводит к демотивации сотрудников. В ситуации чересчур высоких норм работники перестают верить в свои силы, впадают в депрессию, что приводит к снижению эффективности производительности труда, увеличению текучки кадров. Однако последствия могут быть более серьёзными.

В 2016 году, один из крупнейших банков США по рыночной капитализации Wells Fargo оказался в центре громкого скандала. Основная суть скандала в том, что сотрудники компании завышали показатели деятельности, открывая счета без согласия клиентов, а также навязывали им услуги, в которых те не нуждались. В период с 2011 года, сотрудники Wells Fargo завели более 1,5 млн счетов и около 500 тыс. кредитных карт без согласия клиентов. В итоге ФРС США оштрафовала банк на $185млн., произошел массовый отток клиентов, а общие потери банка оценивают в $8млрд.[1]. В интервью Bloomberg рядовые сотрудники указывают на вину банка в сложившейся ситуации, отмечая завышенные планы продаж, невыполнение которых приводило к увольнению, что и побуждало сотрудников прибегать к фальсификациям. После скандала представители Wells Fargo объявили, что отменят все нормативы продаж для своих банкиров с начала 2017 года. История очень поучительная: вместо повышения эффективности банк понес крупные потери.

Также данная история показывает, что при установке необоснованно больших нормы для своих сотрудников, неизбежно будет страдать качество их работы. Они просто начинают пренебрегать некоторыми правилами производства.

Стремление отобразить эффективность работника в цифрах – это врожденный порок ключевых показателей эффективности. На измерения уходит колоссальное количество времени, сил и средств. Довольно часто встречается ситуация, когда фирмы измеряют показатели, которые мало на что влияют. В итоге KPI становится обычным отчетным инструментом, который не способен мотивировать сотрудников. В такой ситуации говорить о производительности труда нелепо. Сотрудникам приходится тратить на измерение показателей столько же времени, сколько они отводят работе.

Ещё есть проблема того, что не всё можно выразить в числах. Например, как оценить эффективность работы сотрудника творческой направленности? У творческих проектов достаточно длительный жизненный цикл и самый длительный этап в этом цикле – это создание. Архитектор может создать десятки или тысячи эскизов перед тем, как окончательный вариант проекта будет готов. Не оценивать же теперь архитектора по количеству сделанных им эскизов для одного проекта. В связи с этим многие фирмы стали формализовывать мнения управленцев о своих сотрудниках. Так возникли листы оценки персонала, в которых работа сотрудников оценивалась балльной шкалой.

В 2012 году компания Adobe стала одной из первых крупных компаний, которые отказались от ежегодной оценки эффективности работы. Это был сильный удар по репутации листов оценки [2]. Позднее от данного инструмента оценки отказались ещё ряд крупных фирм, такие как Dell и Microsoft. Компания GuideSpark провела большое исследование в 2014 году, которое показало, что 75% сотрудников не верят, что листы оценки могут улучшить их работу.

Многие компании, несмотря на то, что у них имеется не очень положительный опыт работы с KPI, считают неразумным отказываться от данного инструмента мотивации персонала. В идеальной ситуации KPI должны направлять сотрудников в нужном направлении, которое соответствует целям компании и руководства.

Сами показатели нуждаются в очень тонкой настройке. Их необходимо устанавливать, советуясь при этом с работниками, и сохранять возможность корректировать нормативы. Не следует использовать Ключевые показатели эффективности для сотрудников творческого функционала: дизайнеров, архитекторов, разработчиков и других похожих профессий. Также для отдельных сотрудников, когда они понимают цели фирмы и грамотно оперируют показателями, то можно убрать KPI, для снижения стресса.

Список литературы

1. Рождественская Я. Wells Fargo открыл 2 млн счетов без согласия клиентов // Kommersant.ru: Издательский дом Коммерсантъ. 2016. URL; https://www.kommersant.ru/doc/3084218 (дата обращения: 16.02.2019).

2. Оценка эффективности персонала: да или нет? // Trends.skolkovo.ru: Журнал о бизнес-образовании и развитии SKOLKOVO BE in Trend. 2016. URL; http://trends.skolkovo.ru/2016/10/otsenka-effektivnosti-personala-da-ili-net/ (дата обращения: 16.02.2019).

Влияние результатов оценки персонала на рост эффективности работы сотрудников авиационных компаний

Романадзе Е.Л.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
katia_rom.97@mail.ru

Как известно, за успех компании отвечает ее персонал, поэтому главный показатель, определяющий степень развития компании, – это уровень знаний, которыми владеют сотрудники организации. Следовательно, для определения данного уровня необходимо периодически проводить оценку персонала. При правильном использовании данного инструмента, можно выявить все сильные и слабые стороны сотрудников. Таким образом, проанализировав результаты оценки всего персонала, в первую очередь hr-менеджеру необходимо найти решения по улучшению тех показателей, которые слабо развиты в компании. Улучшение в большей степени связано с обучением или переобучением персонала. Посредством такой цепочки оценка персонала направлена на улучшении слабых сторон, что впоследствии повышает эффективность работы сотрудников. Также оценку персонала целесообразно проводить для освобождения от должности сотрудников, которые мешают развитию компании и «тормозят» коллектив.

В этом вопросе следует уделить особое внимание авиационной отрасли. К сожалению, в большей степени в подобных организациях присутствует бюрократизм, который усложняет и затягивает процесс обработки данных, в связи с чем влияние результатов оценки не сразу отражается на сотрудниках. Данная проблема сказывается на работе персонала и на достижениях компании, поэтому требует решения.

Также стоит заметить, что авиационная отрасль достаточно наукоемкая и от сотрудников требует большого объема знаний, что влияет на длительность и емкость проведимых оценочных мероприятий.

Следовательно, для достижения максимально эффективных результатов в работе персонала, необходимо тщательно подойти к оценке персонала, учитывая все перечисленные особенности рассматриваемой отрасли.

Список литературы

1. Агеев М.Н., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. 2019. №1.

2. Романадзе Е.Л., Семина А.П. Обзор методов оценки персонала в современных организациях // Московский экономический журнал. 2019. №1.

3. Семина А.П., Коновалова В.Г. Организационная культура партнерских организаций // Реформы в России и проблему управления. - М.: Государственный университет управления (Москва), 2018. С. 213-215.

4. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. №5. С. 22.

5. 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.

Исследование соционических аспектов взаимодействия пилотов в двучленном экипаже с использованием компьютерного тестирования

Рустамов Ю.М., Котов С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Малишевский А.В.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
u92235@yandex.ru

В современном мире авиация, являясь важнейшей частью транспортной системы всего мира, остается сложной структурой, состоящей из множества звеньев, обеспечивающих ее функционирование. Проблема управления персоналом, особенно в части формирования летных экипажей стоит достаточно остро, т.к. экипаж воздушного судна – одно из ключевых звеньев авиатранспортной системы. Недостаточный уровень подготовки, особенно в отношении взаимодействия членов экипажа нередко является причиной авиапроисшествий и даже авиакатастроф. При этом важно учитывать психологические особенности каждого пилота и желательно иметь возможность спрогнозировать, как они могут повлиять на выполнение профессиональных обязанностей. В данном исследовании предполагается определить такие критерии и показать их влияние на взаимодействие пилотов в паре.

Для исследования выбраны следующие виды тестов, при этом учет результатов в одних тестах производится одиночно, а в других – в парах.

Тест IQ – дает представление о коэффициенте интеллекта, результаты, как правило, не имеют большого разброса, что подтверждает пригодность испытуемых для исследования и их хорошие, но примерно равные способности к мыслительной деятельности.

Тест на нервно-психическую устойчивость дает информацию о способности испытуемого переносить стрессовые ситуации. Результаты такого теста могут быть использованы для объяснения результатов парных тестов.

Тест ММ-1 позволяет оценить, насколько, с точки зрения обмена информацией, испытуемые будут взаимодействовать между собой, то есть, хорошо ли они понимают друг друга. На основе полученных результатов формируется соционическая модель интертипных отношений. Тест проводится по отдельности, но результаты обрабатываются в парах.

Тест ММЕ-1 дает возможность оценить стиль поведения. Результаты теста интерпретируются графически с помощью номограммы, которая дает возможность проанализировать модель отношений в паре. Таким образом, как и тест ММ-1, данный тест позволяет спрогнозировать, как люди будут взаимодействовать друг с другом.

Для определения кривых научения проводятся одиночные и парные тесты на компьютере. Результаты психологических тестов и одиночного компьютерного тестирования позволяют подобрать пары пилотов в целях эксперимента. Предполагая, что эффективность взаимодействия пилотов зависит от их совместимости, подбираются предположительно плохо совместимые пары с хорошими кривыми научения в одиночных тестах, при этом ожидается ухудшение парных результатов, и наоборот – подбирая хорошо совместимые пары с плохими кривыми научения, ожидается улучшение парных результатов, что доказывает актуальность проблемы совместимости в парах пилотов.

Одиночный тест представляет собой вариант игры, в которой необходимо провести шарик по заданной кривой. Все испытуемые не знали о тесте до его начала, и, как следствие, не имели возможности подготовиться заранее, таким образом, регистрируя время в течение каждой попытки можно оценить, насколько быстро испытуемые адаптируются к выполнению поставленной задачи. Парный тест заключается в закрашивании определенных участков заданного изображения, при этом управление курсором распределено между испытуемыми поровну. В данной задаче можно наблюдать, как, совместно вырабатывая стратегию, с каждой попыткой испытуемые сокращают время на задание, одновременно улучшая качество его выполнения.

Анализ данных тестов показывает, что результаты хорошо совместимых пилотов с плохими кривыми научения хоть и не превосходят результаты пар плохо совместимых с хорошими кривыми, но ощутимо лучше, чем результаты одиночных тестов. Результаты же плохо совместимых пилотов аналогичны одиночным, либо несколько хуже.

Таким образом, показана актуальность проблемы управления персоналом в части психологической совместимости членов экипажей воздушных судов. Для обеспечения безопасности полетов и повышения эффективности взаимодействия в экипаже, особенно в условиях нештатных ситуаций, могут быть рекомендованы дополнительные обучающие мероприятия, курсы, которые будут удачно дополнять уже существующую программу CRM.

HR-брендинг как способ привлечения выпускников вузов в организации

Рыхлов М.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
pewpewmax@gmail.com

HR–брендинг – создание привлекательного и позитивного образа компании для привлечения профессионалов. Это метод ведения бизнеса, с помощью которого можно сильно повысить производительность труда персонала, а также сэкономить немалые средства на подборе персонала.

Этот термин появился еще в 1990 году, благодаря Симону Бэрроу, а в Россию данный метод развития бренда пришел только в середине 2000-х годов.

HR–брендинг рассчитан на узкую целевую аудиторию, в их число входят сотрудники и бывшие сотрудники компании, их друзья и родственники, студенты и школьники. Всех их можно склонить на сторону своей компании, оставить большой пласт доверия и лояльности по отношению к уже существующей либо будущей работы на этом предприятии.

Не секрет, что основная кадровая проблема в России, это отсутствие какого-либо опыта в своей профессиональной отрасли у только что закончивших вуз специалистов. Они не могут найти рабочее место, а даже если получится, то его приходится обучать. И тут вступает HR–брендинг. Руководитель понесет ощутимые финансовые потери, если этот работник покинет компанию. Чтобы этого не случилось, необходимо обеспечить каждого работника достойным рабочим местом, не игнорировать и рассматривать все инициативы от сотрудников фирмы для повышения уровня производства. Также немаловажными факторами является заработная плата, которая должна быть как минимум выше средней по сравнению со всем рынком, наличие бытовых помещений в виде столовых, душевых и прочее. Кроме этого, существует огромное количество негативных факторов, как социальных, так и экономических, которые и создают текучесть кадров, которая в России увеличивается с каждым годом, особенно на предприятиях розничной торговли, руководители которых практически не работают с персоналом и постоянно меняют работников.

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. 2018. № 4. С. 2.

2. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли // Учебное пособие / Москва, 2017.

3. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

Управление персоналом на ПАО «Аэросила»

Самсонов М.А.
Научный руководитель — Мишанова В.Г.
МАИ, Ступино
ywiw@yandex.ru

Внедрение автоматизированной системы управления персоналом "Контур-Персонал" позволило ведущему российскому разработчику авиационных агрегатов различного назначения создать на предприятии единое информационное пространство, обеспечивающее эффективную работу служб и подразделений, связанных с управлением персоналом.

Как утверждают участники проекта, все, поставленные в его ходе цели, были полностью достигнуты. В настоящее время на НПП "Аэросила" работает полноценная система управления персоналом, увязывающая в единое информационное пространство все бизнес-процессы, связанные с управлением человеческим капиталом компании. В системе "Контур-Персонал" ведется штатное расписание, кадровый, воинский, табельный, персонифицированный учет, расчет заработной платы, учет ветеранов, обучения персонала и многое другое.

В ходе реализации проекта на комбинате была также внедрена электронная проходная для учета рабочего времени, которая в режиме реального времени передает всю необходимую информацию в систему "Контур-Персонал".

Примечательно, что обслуживание системы "Контур-Персонал" производится централизованно с рабочего места администратора системы силами специалистов комбината. Они могут самостоятельно вести развитие системы, добавляя в нее новые возможности, отвечающие возникающим потребностям активно развивающегося бизнеса.

Особенности групповой и индивидуальной мотивации работника в аэрокосмической отрасли

Сафиулина В.В.
Научный руководитель — к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва
akhmedova.vironika@mail.ru

Система мотивации персонала организации, работающая эффективно в новых для российского рынка условиях – задача, требующая достойного внимания руководителей. Как известно, главным побудительным мотивом трудовой деятельности работника является стремление к удовлетворению потребностей, необходимых для существования человека, не только как биологического, но и социального существа.

Мотивация – это психофизиологический процесс, побуждающий к действию, который управляет поведением человека.

Мотивация персонала – эффективный комплекс методов, направленных на подсознание работников для появления у них желания продуктивно выполнять свою работу, для повышения производительности труда работников, а также способ привлечь в организацию наиболее подходящих специалистов и удержать их.

Для успеха и стабильного развития компании, необходимым условием становится эффективная и грамотно построенная система мотивации персонала. Для реализации эффективной системы мотивации требуется соблюдать несколько условий: четкое осознание целей, которые необходимо достичь, ограниченный срок действия системы мотивации с возможностью продления (для понимания работоспособности данной системы), система мотивации должна быть понятной и открытой для всех, мотивация должна быть значима для сотрудника, поощрение должно проводиться сразу после достижения поставленной цели, периодически должны вноситься корректировки в систему мотивации.

Очень важно выбирать методы мотивации, ориентируясь на индивидуальные особенности сотрудников или группы. Перед разработкой программы мотивации необходимо выявить ценности сотрудников.

Цель мотивации заключается в получении максимальной отдачи от использования человеческого капитала, что в дальнейшем повысит общую результативность и прибыльность деятельности всего предприятия.

Мотивация заряжает энергией мышление, питает энтузиазм. Без мотивации даже самый способный человек откажется работать. Необходимо отметить, что мотивация напрямую не влияет на производительность труда, она побуждает использовать свои знания и навыки и эффективно применять их на практике.

Важно разграничивать групповую и индивидуальную мотивацию, так как индивидуальные потребности и потребности группы далеко не всегда совпадают. Тому причиной индивидуальность людей, которые обладают различным мировоззрением, восприятием, отношением к духовным и материальным ценностям, образованием. Только выяснив мотивы отдельных работников и поняв интересы группы можно грамотно построить систему мотивации, которая окажет положительный эффект на производительность труда всей организации.

По мере усиления групповой мотивации происходит частичная подмена индивидуальных мотивов у конкретного работника групповыми. Это проявляется в улучшении психологического климата в группе и компании в целом, ведет к повышению производительности труда и созданию условий для успешной совместной деятельности на благо предприятия.

Необходимо улучшить моральный дух отдельного сотрудника, объясняя, насколько это важно для достижения целей всей команды. Понимание того, почему выполняемые обязанности имеют жизненно важное значение для успешного завершения проекта, может быть именно той мотивацией, которая необходима каждому сотруднику. Мотивация коллектива, которая подчеркивает промежуточные и общие цели проекта, помогает держать работоспособность на должном уровне, чтобы уложиться в сроки и выполнять задания, которые помогают компании достичь своей цели. Когда группа признает свой вклад в деятельность, она становится сосредоточенной и морально устойчивой. Именно эти два качества служат для достижения общей цели.

Список литературы

1. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

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, 2018.

Образовательные программы для профориентации и вовлечение школьников в инженерную профессию

Слобожанина Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
РУТ (МИИТ), Москва
slobojanina2018@yandex.ru

В ходе исследования был проведен обзор на тему: образовательные конструкторы по робототехнике для детей и обзор детских развлечений на тему Космос, основной целью для образовательных конструкторов по робототехнике для детей является объединение целого ряда научных дисциплин – от физики до программирования, что позволяет в игровой форме погрузиться в данные области знаний детям. Задача данной программы заключается в следующем: ребенок благодаря игре в конструктор может в доступной форме изучить его механизмы и физические законы, что в будущем может развить у ребенка инженерное творчество. Целью для детских развлечений на тему Космос является формирование у детей представлений о космосе, Солнечной системе и ее планетах, освоении космоса людьми. Задача данной программы заключается в том, что с помощью таких развлечений ребенок развивает в себе инженерное мышление для будущей потенциальной профессии.

Все образовательные робототехнические конструкторы объединяет то, что в них заложена функция не только игры, но и обучения. Наборы для школьников могут сопровождаться учебниками, рабочими тетрадями, глоссариями, материалами для учителя. На рынке уже успешно существуют следующие конструкторы по робототехнике: LEGO Education, Fischertechnik, Huna, Engino. В детских развлечениях на тему Космос, развивается творческое воображение, фантазия и умение импровизировать. На рынке уже успешно существуют следующие развлечения на тему Космос: Планетарий Москвы, Музей космонавтики на ВДНХ, Народная обсерватория в Парке Горького, Народная обсерватория «Звездное небо» и Сад астрономов в парке «Сокольники», Планетарий во Дворце детского творчества на Воробьевых горах, Музей космического корабля Буран, Мемориальный дом-музей академика С.П. Королёва, Мультимедийная выставка «Космос: от Галилея до Илона Маска».

Преимуществом конструктора ABtoys является то, что он развивает воображение, тренирует внимание, память, концентрацию и усидчивость. Работа с мелкими деталями положительно отражается на мелкой моторике рук. Поверхность и края всех деталей тщательно обработаны, не имеют зазубрин и сколов, а потому играть с конструктором для ребенка вполне безопасно и познавательно, что способствует развитию инженерного творчества у ребенка для применения приобретенных навыков в потенциальной профессии. В любом случае конструктор позволяет проводить профориентацию по космической и инженерной теме.

Повышение эффективности деятельности металлургического предприятия за счет оптимизации организационной структуры

Соловьев А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мишанова В.Г.
МАИ, Ступино
andryisha_solovev_97@mail.ru

В результате анализа существующей организационной структуры и системы управления компании были выявлены следующие проблемы:

• Несоответствия управленческой структуры целям и задачам бизнеса;

• Существующая на данный момент организационная структура компании характеризуется некоторым количеством нерациональных функциональных связей и избыточным количеством уровней управления, что ограничивает эффективность управленческих решений;

• Недостаточно четкое распределение полномочий и ответственности между руководителями функциональных и зарабатывающих подразделений;

• Дублирование функций приводит к ненужным затратам, а также неопределенности ответственности за конечный результат.

Для повышения эффективности деятельности АО «СМК» предлагается оптимизировать организационную структуру, используя функциональный подход.

При функциональном подходе осуществляется перераспределение функций одного подразделения компании путем объединения нескольких функций в рамках одной должностной позиции, которые ранее дублировались, выполнялись двумя и более сотрудниками.

В качестве такого подразделения была выбрана служба начальника управления промышленной безопасности. В это подразделение входит начальник управления промышленной безопасности, служба охраны труда (11 чел.) и служба производственного контроля (6 чел.).

Таким образом, оптимизация организационной структуры позволит сократить численность работников в этом подразделении за счет перераспределения функций между оставшимися работниками. Это позволит сэкономить финансовые ресурсы и повысить производительность труда сотрудников службы промышленной безопасности и охраны труда, а следовательно, повысить эффективность работы предприятия.

Изучение инновационных методов подготовки специалистов аэрокосмического комплекса

Сушкин А.С.
Научный руководитель — Рыбакова Л.В.
МАИ, Москва
sushkin.artem@yandex.ru

Педагогические возможности персонального компьютера и информационных технологий позволяют повысить эффективность процесса подготовки инженеров, внося в учебный процесс принципиально новые познавательные средства в виде профессиональных и педагогических программных продуктов.

Относительно профессиональных программных продуктов речь идет прежде всего о системах автоматизированного проектирования (САПР), которые широко используются в производстве. Использование современных информационных технологий при проектировании и моделировании приобретает широкое распространение, поэтому одной из важнейших задач подготовки инженеров является приобретение студентами соответствующих знаний и умений использования различных компьютерных программных средств в будущей профессионально-педагогической деятельности [Klein, 2009].

Сейчас автоматизированный производственный процесс, системы машин и приборов позволяют механизировать и автоматизировать весь технологический цикл изготовления изделий, активным помощником специалиста выступают средства IT. Современное общество требует высококвалифицированных инженеров, поскольку именно они осуществляют подготовку рабочего потенциала страны, от которого зависит экономическая мощь государства и благосостояние нации [Arslan-Ari, 2017]. Подготовка инженерно-педагогических кадров (в частности, аэрокосмического профиля) высокой квалификации, способных осуществлять социально-профессиональную и производственно-технологическую деятельность в вузах различных типов является приоритетным направлением развития высшего педагогического образования [Murphy, 1997].

Успешное осуществление подготовки современных инженерно-педагогических кадров профиля высокой квалификации в решающей степени зависит от интенсификации процесса обучения проектно-конструкторских дисциплин на основе педагогических новаций и прогрессивных образовательных методик [Boyd, 1988], связанных с разноплановым использованием в педагогическом процессе IT возможностей интерактивной компьютерной графики, которая реализуется средствами САПР [Bouras, 2008].

Таким образом, с педагогической точки зрения, электронные учебные ресурсы можно определить как сложную дидактическую систему, реализованную в интерактивной информационно-образовательной среде [Sukhareva, 2000], в структуре которой можно выделить два взаимосвязанных компонента [Newson, 1994]:

• программный – логически завершенные элементы электронного ресурса, обеспечивающие наличие обратной связи при интерактивном взаимодействии и возможности автоматизированного контроля;

• педагогический – отражает ключевые компетенции, формируемые электронным учебным ресурсом.

В настоящее время в педагогической практике применяются следующие группы электронных учебных ресурсов [Kellner, 2001]:

• Электронные учебные пособия, в которых содержится систематизированный материал конкретной дисциплины.

• Электронные ресурсы справочно-информационного характера.

• Сетевые электронные ресурсы:

общекультурного характера (виртуальные музеи, выставки и др.);

учебного назначения (учебные web-сайты, базы данных и др.).

• Учебные среды для самостоятельного конструирования электронных учебных ресурсов (универсальные конструкторы презентационных слайдов и др.).

• Имитационные среды (клавиатурные тренажеры, путеводители Интернета и др.).

• Демонстрационные электронные ресурсы, которые обеспечивают наглядное представление учебного материала, визуализацию изучаемых явлений, процессов и взаимосвязей между объектами.

• Учебно-игровые программные средства, предназначенные для «проигрывания» учебных ситуаций.

• Учебно-технологические программные средства.

Таким образом, дидактические задачи, которые решаются в каждой из указанных групп электронных учебных ресурсов, разнообразны и специфичны, поэтому возникает необходимость их комплексного применения с целью системного использования на различных этапах профессиональной подготовки будущих инженеров.

Список литературы

1. Klein A.S., Mrunal S.C. Innovate America: The Technology Innovation Program at NIST, 2009.

Arslan-Ari I., Fatih Ari, Ordóñez P.P., Tennyson R.D.,Kytras M.D. Assessing the Role of Mobile Technologies and Distance Learning in Higher Education, 2017.

2. Murphy K.L., Sharon C., Sailqja K. Integrating Distance Education Technologies in a Graduate Course, 1997.

3. Boyd G. The Computer Revolution in Education: New Technologies for Distance Teaching, 1988.

4. Bouras A., Virginie A. Viewpoints of Higher Education Teachers about Technologies, 2008.

5. Sukhareva L.M. Modern Information Technologies and the Structure of Medical and Psychological Problems in School Education, 2000.

6. Newson J.A. `Technopedagogy': A Critical Evaluation of the Effects on Academic Staff of Computerized Instructional Technologies in Higher Education, 1994.

7. Kellner D. New Technologies/New Literacies: Reconstructing Education for the New Millennium, 2001.

Методы подбора и отбора персонала

Токунова А.А., Печко А.А., Кострыгина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
tokunova_alina@mail.ru

Тема эффективного подбора персонала на сегодняшний день достаточно актуальна, поскольку данный процесс является уникальным инструментом, который при правильном его использовании может помочь в решении самых острых экономических и социальных проблем как внутри организации, так и за ее пределами. От профессиональных, деловых и личностных качеств персонала зависит конкурентоспособность организации, возможности ее дальнейшего развития, эффективное функционирование и, следовательно, успех организации в целом.

Наем на работу – это система мер, осуществляемых организацией для привлечения работников, обладающих теми знаниями, навыками и взглядами, которые необходимы для достижения поставленных ею задач. [1]

Успешная деятельность любой организации во многом зависит от компетентности, целеустремленности, таланта, профессионализма и заинтересованности ее сотрудников. Именно поэтому поиск персонала для любого руководителя является важным вопросом, поскольку именно благодаря правильно построенному штату возможно не только само функционирование компании, но и выполнение поставленных перед ней задач на более высоком уровне.

Учитывая всё вышеизложенное, можно сделать вывод, что к вопросу подбора персонала требуется комплексный, многосторонний подход, учитывающий те особенности и специфику деятельности, которыми обладает конкретная организация. Во многих случаях этот подход не ограничивается

одним собеседованием с сотрудником кадровой службы, наем представляет собой комплексную систему мероприятий по подбору персонала.

Список литературы

1. Маслова В. М. Управление персоналом: Учебник и практикум - М.: Юрайт, 2015. - 508 с.

2. 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.

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.

4. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли. - М.: Доброе слово, 2017. - 120 с.

Влияние мотивации сотрудников на эффективность управления персоналом в аэрокосмической отрасли

Толмачева А.А.
МАИ, Москва
a.tolmacheva2535@gmail.com

Далеко не секрет, что материальная и нематериальная мотивация кадров является одним из важнейших направлений управления персоналом. Основные направления управленческой деятельности любой организации подразумевают наличие и достижение, например, материальных целей (извлечение прибыли из деятельности, за счет производства, продажи и предоставления продукции, товаров, услуг потребителю), целей обеспечения успеха (основные маркетинговые методы продвижения и реализации товаров и услуг, создание фирменного стиля и имиджа компании), целей обеспечения ликвидности предприятия, которые лучше всего выполняются сотрудниками с высоким уровнем мотивации.

Мотивированный персонал важен и полезен на любом этапе развития предприятий любого типа и направленности, что объясняет актуальность темы для любой отрасли, в том числе и аэрокосмической.

Должностные обязанности работников любого уровня в аэрокосмической сфере всегда связаны со стрессом и переутомляемостью. Поэтому очень важно обращать внимание на условия и безопасность труда, а также материальную и нематериальную мотивированность сотрудников. Если в организации уровень стимулирования и безопасности труда высок, то прямо пропорционально растет и их желание работать. Вследствие чего растут показатели финансовой отчетности, стабилизируется положение на мировом и отечественном рынках, что в свою очередь означает достижение материальных и маркетинговых целей управления персоналом.

В результате прослеживается прямая зависимость между мотивацией кадров и эффективностью управления персоналом.

Разработка системы стимулирования персонала предприятия

Тонаканян К.А.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
ОАО ДСК-14 МУ-4, Москва
kcen-ia@mail.ru

Актуальность проблемы связана с тем, что в настоящее время возросло количество предприятий различных отраслей, а также увеличилось разнообразие услуг, предоставляемых в них, и, тем самым, увеличилась конкуренция. Чтобы выжить в жестких условиях конкуренции, руководители стали уделять огромное внимание системе стимулирования персонала, эффективность которой влияет на прибыльность предприятия.

Основой эффективной системы мотивации является грамотная политика оплаты труда. И с помощью эффективной системы оплаты труда можно решать следующие задачи:

- Увеличение профессионального уровня работников;
- Выполнение стандартов качественного обслуживания;
- Снижение текучести кадров, поощрения для сотрудников.

При разработке новой системы оплаты труда необходимо исходить из двух правил, соблюдение которых обеспечит максимальную эффективность политики в области оплаты труда:

• Соотношение основной части заработной платы и премиальной должно быть оптимальным.

• При распределении премиального фонда необходимо учитывать не только результаты, но и специфику работы каждого сотрудника, а также качество труда. Первым направлением совершенствования материального поощрения предлагается его документальное оформление в виде положения об оплате труда, с которым под роспись должны быть ознакомлены все сотрудники предприятия. Рассмотрим возможность формирования переменной части заработной платы персонала предприятия путем применения группового коэффициента и коэффициента задач. Основные элементы заработной платы:

1) Оклад. Является составляющей заработной платы, отвечающей за формирование чувства «стабильности».

2) Коэффициент Задач. Коэффициент, привязанный к решению оперативно возникающих, либо функциональных задач. Если первоначально Коэффициент Задач меньше единицы – его основная функция сводится к созданию напряженности и регулируемого конфликта в среде работников предприятия. Если Коэффициент Задач первоначально равен единице, а в дальнейшем имеет тенденцию к росту – то он работает как инструмент «достижительной» модели стимулирования.

3) Переменная часть заработной платы. Переменная часть заработной платы зависит от результатов деятельности сотрудников предприятия в отчетный период.

4) Групповой Коэффициент. Коэффициент, привязанный к достижению всеми сотрудниками определенного результата, может быть как больше, так и меньше единицы.

5) Премии (Бонусы). Премии должны выплачиваться сотруднику при достижении им плановых, значимых, психологически важных или граничных результатов. Реализация предложенного мероприятия позволит улучшить социально-психологический климат в коллективе, сформировать у персонала чувство причастности к деятельности в организации, а также повысить чувство удовлетворенности трудом за счет получения доказательств заботы руководства о своих сотрудниках.

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

4. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании//Московский экономический журнал 2018. №5. С. 22.

Совершенствование системы мотивации персонала

Тудос Д.Г.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
didisha1@inbox.ru

В последнее время мотивации как функция управления персоналом приобретает все большее значение, так как современные предприятия, активно действующие в изменяющейся среде, ориентированные на качество, а не на количество выпускаемой продукции, все в большей степени зависят от человеческого фактора.

Мотивация является важнейшей функцией управления, успешное осуществления которой обеспечивает достижение организацией ее целей. Из-за неумения качественно и рационально осуществлять этот процесс, из-за отсутствия в организации механизма его осуществления страдает большинство фирм и предприятий, государственных учреждений и органов в России.

Система мотивации персонала в компании – комплекс мероприятий, стимулирующих персонал не только к работе, за которую платят деньги, но прежде всего к особой старательности и активному желанию работать именно в этой организации, к получению высоких и высочайших результатов в своей деятельности, к лояльности по отношению к руководству.

С позиции менеджмента, мотивация – это процесс побуждения человека или группы людей к деятельности, направленной на достижение целей организации. Если мотивация является основным

внутренним фактором, определяющим направленность деятельности человека, в частности работника, то не удивительно, что, используя ее, можно добиться многократного повышения эффективности и качества труда.

1. Индивидуальная мотивация – соответствующая оплата знаний и навыков сотрудника. Создание для работника таких условий, в которых его потенциал не только полностью реализуется, но и вознаграждается по заслугам.

2. Групповая мотивация – отличается тем, что в ней есть связь между личной ответственностью каждого за результат работы всей группы и оценкой вклада каждого сотрудника в отдельности.

3. Организационная мотивация – чтобы в конечном итоге предприятия было успешным и прибыльным, все сотрудники и группы сотрудников нужно объединить в единую организационную систему.

Мотивация – это то, что активизирует, стимулирует человека и направляет его действия к поставленной цели.

Мотив – это то, что побуждает человека на определенные действия, его внутренние и внешние движущие силы.

Список литературы

1. Агеев М.Н., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. 2019. №1.

2. Романадзе Е.Л., Семина А.П. Обзор методов оценки персонала в современных организациях // Московский экономический журнал. 2019. №1.

3. Семина А.П., Коновалова В.Г. Организационная культура партнерских организаций // Реформы в России и проблему управления. - М.: Государственный университет управления (Москва), 2018. С. 213 - 215.

4. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. №5. С. 22.

5. 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.

Применение электронного документооборота в кадровом делопроизводстве на предприятиях авиакосмической промышленности

Уланов А.А., Беляева В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
anton.ulanov1997@yandex.ru

Предприятия космической и авиационной промышленности имеют большое количество филиалов, каждый из которых содержит большой штат работников. Для каждого работника предусмотрена своя личная карточка, в которую вносится основная информация о сотруднике.

Заказать папки, распечатать большое количество бумажных документов, завести карточку Т2, заполнить все в письменном виде, рассортировать в алфавитном порядке и выделить помещение для хранения всей документации о работниках – все это не только отнимает много времени, но и мешает рабочему процессу кадрового отдела предприятия аэрокосмической отрасли. Так как дело касается авиационной и космической промышленности, мы сталкиваемся с филиалами, которые расположены на всей территории страны, а также с государственной тайной. Например, ПАО «компания «Сухой», которая занимается разработкой, производством, обучением летного персонала, послепродажным обслуживанием и обучением летного персонала боевых и гражданских самолетов марки «СУ» и «БЕ», состоит из:

• Филиал ПАО «компания «Сухой» «ОКБ Сухого».

• Филиал ПАО «компания «Сухой» «Комсомольский-на-Амуре авиационный завод (КнААЗ) им.Ю.А.Гагарина».

• Филиал ПАО «компания «Сухой» «Новосибирский авиационный завод (НАЗ) им.В.П.Чкалова».

• Представительство за рубежом.

Поэтому при переводе сотрудника из одного филиала в другой, компания сталкивается с проблемами при транспортировке документации. Для разрешения данной проблемы правительство рассматривает законопроект о внедрении электронного документооборота. Планируется появление основных документов кадрового делопроизводства, таких как электронные трудовые книжки, электронные трудовые договора и электронное личное дело каждого работника предприятия. На сегодняшний день данное нововведение находится в тестовом состоянии, которое со временем

поможет кадровому отделу полностью управлять и наблюдать за персоналом с помощью электронных ресурсов.

Данное нововведение в аэрокосмической отрасли имеет ряд плюсов:

Экономия времени и финансовых ресурсов;

Легализация труда;

Упрощенный контроль за дистанционным штатом сотрудников.

Несмотря на положительные стороны, у данной системы существуют проблемы с безопасностью и электронными системами на предприятии.

Вывод: сегодня компании аэрокосмической отрасли могут создать электронную базу, но отсутствие всех документов в бумажном виде запрещено законодательством РФ. Окончательное решение по этому законопроекту планируется принять летом 2019 года.

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., Сазонов А.А., Новиков С.В. промышленности России // СТИН. 2018 № 11 С. 29—36.

3. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22

Модель связанности территорий авиаперевозок для формирования кадрового потенциала

Фатихова Э.Р., Дудинских А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
elmira.fatihova@mail.ru

На сегодняшний день наблюдается активное развитие всех транспортный отраслей, в том числе и авиационной. Это развитие требует от государства не только создания необходимой инфраструктуры, обеспечения должной логистической поддержки, планирования необходимого количества воздушных судов, но и тщательной проработки кадрового обеспечения авиаперевозок. Ведь именно от качества и количества задействованного в транспортной отрасли персонала будет зависеть успешная и эффективная реализация всех задуманных планов. Расчет необходимого количества работников для той или иной специальности позволит создать грамотную модель рационального формирования кадрового потенциала.

Начальный этап создания единой модели формирования кадрового потенциала для обеспечения транспортной связанности территорий РФ заключается в выборе типа обеспечения и связанности авиатранспорта. Все существующие авиаперевозки можно разделить на две большие группы: пассажирские и грузовые. Перевозки того или иного типа можно осуществлять разными видами воздушного транспорта: самолетами, вертолетами и даже дирижаблями.

Целесообразность применения того или иного вида воздушного транспорта зависит от множества факторов: пропускная способность транспорта, затраты на создание инфраструктуры, доступность и так далее. Отметим, что одним из самых значимых факторов является расстояние между пунктом «А» и пунктом «В». На основе этих выявленных и оцененных факторов создается математическая модель и таблица, которая состоит из тех основных модулей: функционального, территориального и модуля «расстояние». И, в конечном итоге, представляет собой рейтинг связанности двух регионов РФ, который получается путем сложения рейтингов каждого из регионов и расстояния между ними, скорректированного на эффективность использования каждого из выбранных видов авиатранспорта.

Таким образом, полученная модель будет полезна при выборе оптимального вида авиационного транспорта, а также наиболее привлекательных и эффективных направлений авиаперевозок, что представляет собой начальный набор информации для последующего формирования кадрового резерва специалистов, обеспечивающих авиаперевозки. Только на основе полученных результатов можно планировать количественный и качественный кадровый состав для организации перевозок при помощи авиатранспорта.

Литература

Краев В. М., Строев В. В., Тихонов А. И. Авиационные перевозки для обеспечения связанности территорий Российской Федерации URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aviatsionnye-perevozki-dlya-obespecheniya-svyazannosti-territoriy-rossiyskoy-federatsii

Внедрение искусственного интеллекта в сферу управления персоналом

Фомина А.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
fom-en@mail.ru

На данном этапе развития рынка конкуренция между предприятиями заключается в умении применять знания и грамотном распоряжении человеческим капиталом, инновации в управлении персоналом становятся неотъемлемой частью успеха.

Сейчас самое инновационное и ожидаемое решение – это создание искусственного интеллекта. Надо заметить, что под искусственным интеллектом понимается набор алгоритмов и объемных баз данных, через которые могут быть быстро получены данные, обнаружены закономерности и оптимизированы или спрогнозированы тенденции. Такие системы не доверяют интуиции как человек, а анализируют огромные объемы информации очень быстро и могут моментально разбить ее по категориям или отсортировать в нужном диапазоне.

В области подбора персонала большинство решений принимается интуитивно. Исследования показывают, что большинство менеджеров по подбору персонала делают оценку кандидата в течение первых 60 секунд встречи, исходя из внешнего вида, рукопожатия, поведения и речи кандидата. Компании тратят большие средства на разработку тестов, оценок, симуляций и игр, которые пускаю в ход при наборе персонала, однако многие заявляют, что несмотря на это в 30–40% случаев кандидаты подбираются неточно.

Алгоритмы, основанные на искусственном интеллекте, могут применяться в области подбора персонала, управлении процессами, обучении персонала, внутренней коммуникации.

В настоящее время уже созданы и успешно применяются ряд программ, основанных на искусственном интеллекте, таких как Робот Вера (отечественная разработка), Potok, Stafory, Experium, Amazing Hiring и т.д.

По причине исключения человеческого фактора в процессе проведения собеседований и рассмотрения резюме кандидатов, коэффициент успеха может быть увеличен более чем на 30%. Искусственный интеллект в области подбора персонала имеет большую перспективу.

Список литературы

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: Учебное пособие / Ставрополь, 2018.

2. Шаталова М.Ю., Федотова М.А., Тихонов А.И. Инновационные подходы развития руководителей // Московский экономический журнал. 2017. № 3. С. 19.

3. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли: Учебное пособие — Москва, 2017.

Современные методы переподготовки и повышение квалификации персонала на примере ИДОПиПК в РТА

Хренова Н.М.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
opppa1998@mail.ru

Проекты профессиональной подготовки обеспечивают получение должностными фигурами таможенных органов дополнительных знаний, умений и навыков, требуемых для исполнения новейшего вида профессиональной деятельности в рамках приобретенной квалификации. В отличие от индивидуального обучения, которое предполагает проведение занятий на открытых тренингах, семинарах и конференциях сторонних компаний, в высших учебных заведениях и т.д., корпоративное (групповое) обучение спонсируется родной компанией, все тренинги, курсы повышения квалификации и семинары осуществляются посредством привлечения внутренних ресурсов компании. Также бывают случаи, когда групповое обучение производится на площадке внешних компаний, часто это партнеры. Наружное изучение осуществляется благодаря вовлечению преподавателей и тренеров внешних обучающих организаций. Внутренняя подготовка основывается вследствие применяемых внутренних ресурсов фирмы. Различные способы обучения персонала вне работы дают возможность отвлечься и выйти за рамки традиционного поведения. Методика выявления потребностей в обучении строится на следующих основных принципах: обучение необходимо только в том случае, если преследует конкретную цель. Цель обучения может быть

определена только при условии, что выявлены и проанализированы потребности в обучении персонала. Выявленные потребности должны быть обобщены с целью выделения приоритетных областей для обучения и форм обучения.

В качестве базовой организации выступил институт дистанционного обучения, переподготовки и повышения квалификации (далее – ИДОПиПК). Обучение слушателей в 2018 году проводилось по 41 дополнительной профессиональной программе, из них 35 по очной форме и 6 ДПП с применением дистанционных образовательных технологий. Основное внимание было уделено управленческим, организационно-правовым, информационно-аналитическим вопросам в области таможенного дела. При обучении акцент был сделан на изучение вопросов организации и проведения таможенного контроля в отношении товаров и транспортных средств и порядка проведения таможенного контроля после выпуска товаров. В 2018 году в институте дистанционного обучения, переподготовки и повышения квалификации прошли обучение 3730 человек, по очной форме прошли обучение по ДПП в объеме от 16 до 250 часов 1 049 чел. С применением дистанционных образовательных технологий прошли обучение 2 053 чел. Дополнительно обучено 628 человек.

В передовых условиях быстрого устаревания профессиональных познаний способность организации каждый день увеличивать квалификацию своих служащих считается одним из наиглавнейших факторов успеха. Для современных организаций очень важно управлять профессиональным обучением своих сотрудников. На данный момент многие предприятия считают, что профессиональное обучение подчиненных напрямую сказывается на достижении организационных целей.

Современные методы адаптации персонала на предприятии

Чунина М.Е.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
Virtus1290@gmail.com

Процесс адаптации признан важным процессом, поэтому в настоящее время многие компании стали уделять все больше внимания вопросам адаптации новых сотрудников.

Российские и зарубежные методики имеют ряд общих моментов: Job Shadowing (наставничество), Buddying (дружеское сотрудничество), Secondment (вторичное обучение).

Современные компании стараются сделать процесс адаптации не только понятным, но и увлекательным. Можно выделить следующие методы адаптации персонала:

1. Геймификация – эта методика позволяет превратить процесс адаптации в увлекательную игру и повысить осведомленность специалистов о бренде работодателя.

Основными инструментами геймификации могут быть:

• Видеоигра имитирующая рабочий процесс, способна помочь идентифицировать ключевые навыки;

• Виртуальный тур по офису, который поможет потенциальному сотруднику получить достоверную информацию о работе, лучше понять компанию и ее корпоративную культуру.

2. Тренинги и коучинг – прежде всего являются семинарами, здесь нет индивидуального обучения, но иногда тренинг проводят персонально.

Основная задача — помочь сотруднику быстро адаптироваться в новой организации, ознакомить с ее правилами и ценностями, познакомить с другими новичками.

3. Корпоративный PR — данный метод заключается в издании справочника по основным нормам поведения в компании. Они будут зависеть от сферы деятельности и предпочитаемого стиля работы предприятия и обычно содержат сведения о дресс-коде, распорядке дня и перерывах, организации рабочего места и т. п. Такой справочник может издаваться отдельно или быть частью корпоративного кодекса.

4. Метод погружения используется для руководителей разного уровня и предполагает полное «погружение» работника в практическую деятельность с первых дней работы. Этот подход эффективен для специалистов, имеющих достаточный опыт управленческой работы, которые знают, каким факторам следует уделять особое внимание, к кому обращаться для решения того или иного рабочего вопроса.

Современные методы адаптации персонала направлены на учет личных качеств сотрудника.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

• Адаптация персонала определяется как процедура «вхождения» нового работника в организацию, в течение которой происходит погружение работника в рабочий процесс, изучение норм и правил данной компании, интеграция в коллективе;

• Цель адаптации заключается в увеличении экономических показателей компании и создании привлекательного имиджа компании на рынке труда;

• Успех адаптации зависит от продуманных, последовательных действий всех участвующих в процессе адаптации сотрудников. Грамотная адаптация персонала позволяет максимально быстро работнику включиться в новую работу, а руководителю уже на ранних этапах оценить способности сотрудника.

Список литературы

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Коновалова В.Г. Взаимодействие вуза с внешними партнерами: тенденции, опыт, отраслевая специфика. //Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2018. Т. 7. № 6. С. 5—13.

2. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: Учебное пособие / Ставрополь, 2018.

Совершенствование системы адаптации персонала работников банка

Чунина М.Е.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.

МАИ, Москва

Virtus1290@gmail.com

Основой любой современной организации является персонал, поскольку именно люди обеспечивают эффективное использование любых видов ресурсов, имеющихся в распоряжении. Каждый сотрудник в процессе трудовой деятельности проходит своеобразный путь – от собеседования и первой встречи с коллективом, до смены должности или места работы. Немаловажную роль на каждом этапе этого пути играет своевременная и качественная адаптация. Проблема построения системы адаптации вновь принятых работников приобретает особую актуальность на многих современных предприятиях. Грамотная программа адаптации приводит к повышению эффективности функционирования персонала.

Главной причиной адаптационного периода является отличие между ранее полученными знаниями, навыками и требованиями должностных обязательств к работнику. В период адаптации работник воспринимает большой объем информации. Кроме того, ему нужно набраться опыта для выполнения своих обязанностей. Потому в период, когда происходит адаптация персонала, методы управления ускоряют этот процесс.

В ходе проведения исследования адаптации персонала в банке выявлены следующие проблемы:

• На подготовку рабочего места новичка уделяется мало внимания.

• Сотрудникам не хватает первоначальной полезной практической информации по работе с клиентами и коллегами.

После проведения исследования процесса адаптации в банке, было предложено комплексное решение по улучшению совершенствования адаптации:

• Необходимо давать информацию о других подразделениях, с которыми предстоит работать;

• Уже на этапе адаптации предоставлять информацию о возможностях дальнейшего профессионального и личного развития в банке;

• Необходимо устанавливать конкретные цели и задачи на адаптационный период;

• Задавать больше вопросов новому сотруднику с целью выявить его слабые стороны. В большом объеме давать обратную связь по работе;

• Необходимо создавать корпоративный онлайн-чат для информационной поддержки сотрудников по вопросам адаптации;

• Установить материальное вознаграждение за наставничество.

Комплексные решения в области управления персоналом важны банкам. Как правило, адаптация прошла эффективно, если сотрудник достиг результатов своих коллег, выполнил цели испытательного срока и выполняет качественно задачи функционала, систематически решает новые задачи, берет на себя ответственность за новую деятельность, готов к новым проектам и целям организации, а также ему удалось выстроить хорошие отношения с коллективом.

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. Fedotova M.A., Tikhonov A.I., Novikov S.V. Estimating the effectiveness of personnel management at aviation enterprises // Russian Engineering Research. 2018. Vol. 38. No.6. pp.466-468.

3. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс: Учебное пособие — Ставрополь, 2018.

Концепция и критерии оценки системы мотивации персонала на совместном высокотехнологичном предприятии

Архиреева С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильина М.Е.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
arhireeva.s@mail.ru

Стимулирование труда оказывает существенное влияние на качество производимой предприятиями продукции. Персонал является одним из ключевых ресурсов организации и напрямую влияет на эффективность её деятельности. Современные стандарты ГОСТ Р ИСО 9000-2015 и ГОСТ Р ИСО уделяют много внимания человеческому фактору:

• Этот фактор может значительно влиять на систему менеджмента, а также учитывается при расчете рисков и возможностей предприятия;

• Принципы СМК, изложенные в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015, во многом зависят от человеческого фактора;

• Управление процессами жизненного цикла продукции требует предотвращения негативного влияния человеческого фактора;

• Взаимодействие работников и лидерство как ключевые принципы менеджмента качества.

Особого внимания заслуживает персонал высокотехнологичных совместных предприятий, так как он имеет ряд важных особенностей и различий:

• Культурные и этические;

• Взгляды на формы принятия решений;

• Мотивы трудовой деятельности;

• Уровень готовности к риску;

• Системы ценностей и цели.

Совокупность этих факторов вызывает необходимость в более продуманном и тщательном подходе к внедрению и управлению системой мотивации на предприятиях подобного рода.

При разработке и управлении системой мотивации на совместном предприятии необходимо учитывать:

• Различие культурных (если сотрудники этих предприятий являются представителями разных стран) и организационных ценностей. Культуры предприятий могут различаться стилем лидерства, степенью готовности к риску, поощрением групповой работы либо индивидуальности, соперничества или сотрудничества, степенью предпочтения индивидуальных либо групповых форм принятия решений степенью подчиненности планам, выраженностью организационных процедур, уровнем информированности членов организации и мерой их лояльности, различными подходами к разделению вознаграждения персонала на материальное и нематериальное, разными степенями делегирования полномочий сотрудникам и т.д.;

• Необходимость своевременного и корректного обмена информацией и осведомленности о ходе процессов партнеров;

• Наличие временно переведенных сотрудников;

• Мнения руководства с обеих сторон.

На основе результатов проведенного анализа можно предложить следующие рекомендации по формированию концепции системы мотивации персонала совместного высокотехнологичного предприятия:

1. Нацеленность системы мотивации на качество.

2. Комплексность. Охватывается несколько задач, используются не только материальные стимулы, но и средства нематериальной мотивации.

3. Последовательность. Использование средств мотивации согласно их необходимости и целесообразности по времени и месту внедрения.

4. Ориентация на личность сотрудника.

5. Соответствие параметров системы стимулирования мотивационному профилю сотрудников.

6. Справедливость системы вознаграждения.

7. Целесообразность. Учитывается этап жизненного цикла компании, адекватность средней зарплаты и фонда оплаты труда.

8. Выявление и своевременное устранение демотивирующих факторов.

9. Управляемость.

Для реализации комплексного подхода к созданию и совершенствованию системы мотивации персонала высокотехнологичного совместного предприятия можно рекомендовать использовать разработанную классификацию задач системы мотивации на основе принципов и требований стандартов в области СМК и критерии оценки системы.

1 уровень — индивидуальный. Задачи и критерии:

• Наличие персонала и его присутствие на работе: количество кандидатов на вакантное место; соблюдение дисциплины;

• Лояльность: текучесть кадров; отношение к работе;

• Компетентность; результаты аттестации; мнения потребителей и коллег.

2 уровень — взаимодействия.

• Осведомленность персонала о требованиях СМК: результаты опроса при проведении аудитов; отсутствие незнания персоналом требований;

• Вовлеченность: участие в принятии решений и в мероприятиях; количество предложений по улучшению деятельности.

3 уровень — результативность.

• Соблюдение персоналом требований СМК: количество несоответствий требованиям СМК по результатам аудитов; результаты контроля качества продукции; удовлетворенность потребителей;

• Участие в управлении рисками: отношение предотвращенных несоответствий к общему числу несоответствий;

• Участие персонала в формировании знаний организации: участие персонала в конференциях, семинарах, выставках; взаимодействие с потребителями и поставщиками; участие в формировании базы знаний предприятия, научно-исследовательских работах; использование стандартов и научной литературы; участие в подготовке молодых специалистов (наставничество).

Внедрение предложенных рекомендаций по формированию концепции системы мотивации и критериев ее оценки, учитывающих основные задачи системы с точки зрения принципов и требований стандартов в области менеджмента качества поможет улучшить взаимодействия и повысить результативность систем менеджмента качества, и, как следствие, качество выпускаемой продукции совместных предприятий высокотехнологичных отраслей.

Транспортно-логистическое обеспечение авиационной части

Барабанов Р.В.
Научный руководитель — к.э.н. Казьмина И.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
r-barabanov@mail.ru

Транспортно-логистическое обеспечение представляет собой своевременное перемещение необходимого количества груза в точку доставки с минимальными временными и финансовыми затратами. Выполнение данной задачи требует комплексного решения многих моментов, включая совместное планирование производственного, складского и транспортного процессов, обеспечение технологического единства. Выбор схемы и технологии перевозки существенно влияет на многие факторы перевозимого груза: цену, качество и его доступность.

Для эффективной системы управления транспортно-логистическим обеспечением, необходимо вовремя осуществлять планирование. SADT-диаграмма разрабатывается для понятия и описания системы и ее среды, а также для определения проблемы и способов её решения. В результате исследования с помощью SADT-моделирования было выявлено наиболее оптимальное сочетание мероприятий для разработки системы управления обеспечением авиационной части.

Механизм повышения качества процесса транспортно-логистического обеспечения авиационной части представляет собой постоянное улучшение вспомогательных и обслуживающих процессов (загрузку, разгрузку, транспортировку, упаковку и т.д) и является системой, состоящей из подсистем:

• Подсистема взаимодействия с потребителями (тэч, авиационные эскадрильи, службы тыла);

• Подсистема минимизации рисков в процессе транспортно-логистического обеспечения (использование системы ГЛОНАСС).

Для точного понимания и оптимизации планирования грузоперевозок решается транспортная задача, решив которую получаем оценку времени прибытия подвижного состава в пункты маршрута, сравнивая которые с ограничениями потребителей по времени доставки груза, принимаем решение о количестве транспортных средств и их назначению на маршруты.

Контроль качества при строительстве

Ванчурин М.Д.
МАИ, Москва
mikhail.vanchurin@gmail.com

Контроль качества при строительстве является неотъемлемой операцией, которая должна проводиться на всех этапах выполнения работ, так как от него зависит безопасность объекта и эффективность его строительства.

Особую роль играет структура организационной системы контроля качества выполнения работ при строительстве, которая функционирует на предприятии. Здесь необходимо акцентировать особое внимание на специалистах, которые будут принимать участие в процессе строительства, их квалификацию, опыт, то, кому они будут подчинены, и перед кем будут проводить отчётность. Вместе с тем необходимо учесть контроль качества материалов, используемых при строительстве, который подразумевает привлечение внешних ресурсов в виде различных лабораторий, проводящих исследования.

Строительство относится к такой сфере деятельности, в которой регулярно выпускаются новые стандарты, законы, методы, правила, относящиеся к контролю качества продукции/выполняемых работ. Для всех участников какой-либо из стадий контроля качества необходимо повышать квалификацию, проверять уровень их владения актуальной информацией, проводить контроль соответствующих знаний и навыков.

Так, крупные компании, занимающиеся деятельностью в сфере строительства, имеют в своем штате ряд специалистов, обеспечивающих внутренний контроль на каждом объекте, который возводится компанией. Однако в связи с тем, что заказчик в большинстве случаев не является квалифицированным специалистом в области строительных работ и не имеет соответствующего опыта, на объект привлекаются инженеры по качеству для проведения контроля на объекте. В таком случае они осуществляют внешний контроль, действуя в интересах заказчика. Необходимо отметить, что контрольные органы, которые в свою очередь следят за качеством выполнения работ в целом, руководствуются ГОСТ, СНиП, Сводами правил, а также различными другими нормативными актами. Без таких контрольных документов не допускается строительство ни одного объекта ввиду того, что только при контроле можно обеспечить гарантию качественного результата, который не повлечет за собой ряд негативных последствий в ходе эксплуатации объекта строительства.

Вместе с тем необходимо отметить, что предприятие, деятельность которого заключается в проведении строительных работ, регулярно сталкивается с проблемой отслеживания всех имеющихся изменений, в связи с чем затрудняется контроль уровня знаний своих специалистов. Помимо этого, необходимо оформлять большой объем документации по результатам контроля, что занимает значительный объем времени у специалистов, проводящих его. Такая проблема решается привлечением новых специалистов и компаний, которые специализируются на определении соответствия рабочего процесса правилам и нормам данной сферы деятельности.

Так, например, на 2019 год запланировано утверждение более 70 стандартов. Вместе с тем, запланирована разработка 53 Сводов правил, пересмотру (актуализации) и внесению изменений в ранее утвержденные Своды правил в области инженерных изысканий, проектирования оснований и фундаментов, проектирования в сейсмических районах, эксплуатации жилых, общественных и производственных зданий и сооружений, сооружений транспорта. Что подтверждает факт постоянной актуализации нормативных документов, связанных с градостроительной деятельностью.

Контрольные карты для управления производственными процессами

Гильмутдинова А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
gil.1@mail.ru

Каору Исикава утверждал: «95% проблем, возникающих на производстве, решаются с помощью семи простых инструментов качества» [1]. Кто-то скажет, что процент явно преувеличен, но эффективность инструментов доказана. Применение любого метода доступно любому человеку независимо от квалификации.

Важнейшим принципом является ориентация на потребителя. Постоянное улучшение качества тесно связано с применением методов и инструментов, которые позволяют при разработке и проектировании продукта или услуги сформировать необходимые требования к его качеству.

Универсальный инструмент качества – контрольная карта (КК). Любая КК, пусть изначально неэффективная, необходимое средство для установления порядка технологического процесса.

Контрольная карта – статистический инструмент, позволяющий отследить изменение показателя качества во времени для определения стабильности технологического процесса, для корректировки процесса, для предотвращения выхода показателя качества за допустимые пределы [1].

Контрольные карты для количественных данных имеют следующие преимущества:

• Большинство процессов и продукция на выходе имеют характеристики, которые могут быть измерены;

• Измеренные значения содержат больше информации, чем просто утверждение «да – нет»;

• Карты запускаются в одно время с процессом и дают независимую картину того, на что способен процесс [2, 3].

Достоинствами контрольных карт являются: указание на наличие потенциальных проблем до того, как начнется выпуск дефектных продуктов или предоставление некачественной услуги, улучшение показателей качества, снижение затрат на его обеспечение.

Из множества разнообразия контрольных карт X-карты и R-карты наиболее просты в применении и информативны [5].

При рассмотрении какого-либо процесса на производстве, можно пользоваться таким алгоритмом:

1. Анализ исходных данных на наличие грубых ошибок.
2. Проверка статистической однородности.
3. Построение гистограммы и ее корректировка.
4. Проверка гипотезы о нормальности распределения в выборке.
5. Построение контрольных карт и их анализ.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что рассматриваемый производственный процесс находится в статистически управляемом состоянии.

Автоматизация процессов является одним из ключевых звеньев в развитии и функционировании любого современного предприятия. Замена интеллектуального труда человека машинным, распределение функций между компьютером и человеком приводит к повышению эффективности и качества принимаемых технологических решений.

В целях повышения эффективности процесса и снижения времени на заполнение документов автору требуется создать автоматизированную информационную систему и базу данных для заполнения контрольных карт кладовщиками и контролерами на предприятии Акционерного общества «Уфимского агрегатного производственного объединения» (АК «УАПО»). На данном этапе, на участке входного контроля предприятия кладовщики и контролеры письменно заполняют журналы и контрольные карты на изделия.

Определяющим фактором при решении данной задачи является создание соответствующего программного обеспечения.

При создании новой базы данных и автоматизированной информационной системы могут возникнуть следующие проблемы:

• Необходимость количества сотрудников с высоким уровнем подготовки в области ИТ;

• Сложность учета особенностей системы, в рамках которой осуществляется автоматизация.

Решение указанных проблем является актуальной задачей.

Применив контрольные карты, автор ожидает сокращения времени на заполнение документов.

Осуществление контроля качества продукции не позволяет оперативно обнаруживать отклонения в процессах производства, а применение статистических методов контроля позволяет не только выявить нарушения, но и поддерживать процесс в стабильном состоянии, обеспечивая повторяемость его результатов. Используя инструменты статистического управления производственными процессами, можно проконтролировать появление значимых вариаций, свести к минимуму вероятность их появления, что приведет к снижению уровня дефектов и ошибок [4].

Список литературы

1. 7 инструментов управления качеством [Электронный ресурс] URL: https://studfiles.net/preview/4403574/ (дата обращения: 15.02.2019).

2. Сундарон, Э. М. Статистические методы контроля и управления качеством: Учебное пособие/ Э. М. Сундарон.- Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2002 – 54 с.

3. Данилов, И. П. Статистические методы в управлении качеством продукции: Учебное пособие/ И. П. Данилов, А. А. Насырова-Антонова, В. Л. Семенов. – Казань: Познание, 2007 – 204 с.

4. Эффективность средств статистического регулирования качества технологических процессов [Электронный ресурс] URL: https://www.bestreferat.ru/referat-204205.html (дата обращения: 20.02.2019).

5. Применение контрольных карт [Электронный ресурс] URL: http://euroasia-science.ru/ekonomicheskie-nauki/primenenie-kontrolnyx-kart-dlya-kontrolya-kachestva-produkcii-v-pishhevoj-promyshlennosti/ (дата обращения: 21.02.2019).

Выбор программных продуктов для интегрированных систем менеджмента

Гончарова З.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва
tim-aj@yandex.ru

Сегодня во многих отраслях невозможно добиться успеха в конкурентной борьбе, только лишь внедрив систему менеджмента качества (СМК) и получив сертификат соответствия. СМК необходимо «усиливать» дополнительными инструментами, методиками и системами. Система менеджмента, основанная на использовании нескольких стандартов и/или методик, называется интегрированной системой менеджмента (ИСМ). Интеграция и стандартизация систем менеджмента в организациях необходима во избежание издержек от использования изолированных систем. Интеграция систем менеджмента представляет собой интегрированные процессы, а также риски и аудиты. В новых условиях компаниям требуется программное обеспечение (EIMS) для поддержки интегрированной системы управления на основе нескольких стандартов.

Сложность внедрения определенных программных продуктов для интегрированной системы состоит в том, что у организаций нет четкого понимания, какие процессы ИСМ требуют программной поддержки, а какие нет. Также встает вопрос, когда для управления ИСМ достаточно программного обеспечения (ПО) общего назначения (стандартный пакет MS Microsoft), а когда необходим узкоспециализированный продукт.

Приступая к выбору ПО, в первую очередь необходимо определить контекст и перечень задач, которые будут решаться при его помощи. Таким образом, можно определить совокупность начальных требований к программному обеспечению. Программный продукт, созданный специально для обслуживания интегрированной системы, должен соответствовать требованиям структуры верхнего уровня ISO. Это даст отличную возможность предвосхитить ключевые требования всех стандартов систем менеджмента. Рассмотрим примеры программных продуктов, которые соответствуют требованиям стандарта ISO 9001:2015:

• П.п. 5.2 «Политика»

Программные продукты: TurboBPR2

• П.п. 7.5.3 «Управление документированной информацией»

Программные продукты: OpenOffice, DocMGR, KnowledgeTree, LocalOff.

• П.п. 7.3.1 «Инфраструктура»

Программные продукты: PromOffice Device Registrar

• П.п 8.3 «Проектирование и разработка продукции и услуг»

Программный продукт: Groupoffice, eGroupware

• П.п 9.2 «Внутренний аудит»

Программные продукты: OpenOffice Calc

• П.п 10.2 «Несоответствия и корректирующие действия»

Программные продукты: FreeMind, IHMC Cmap Tools, Compendium

Таким образом, ПО для обслуживания ИСМ должно обладать следующими минимальными свойствами:

• Единая для всей компании вебплатформа или аналог;
• Возможность связывать удаленные офисы;
• Интеграция с ERP-системами и законодательством;
• Избирательное управление доступом;
• Полностью интегрированные решения, поддержка lean;
• Отражать интегрированную систему процессов организации;
• Включать минимальный функционал для соответствия и работы с ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 45001, FSSC 22000 и тд.

Делая выводы из сказанного, стоит отметить, что выбор обслуживающего ПО для ИСМ – непростая задача, но этот выбор позволит улучшить работу системы, сократит издержки на приобретение программ с дублирующими функциями, а также сэкономит время работы.

Внедрение PLM – систем в ракетно-космической отрасли

Гордейчук С.Н., Гордейчук С.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Одиноков С.А.
МАИ, Москва
gsn0611@mail.ru

С каждым днем нашу жизнь все больше наполняют различные инновационные технологии. Которые в свою очередь не обходят стороной и ракетостроительные предприятия.

Десятки различных предложений возникает в компаниях по улучшению технологического процесса, модернизации производства, увеличению производительности. Жизненный цикл каждой из такой идеи или предложения может длиться от недели до полугода. Все зависит от количества инстанций, стоящих на пути реализации задумок. Именно тогда на помощь могут прийти PLM-системы, позволяющие создать контролируемую среду распространения информации, в которой можно сохранить все идеи и документы, в будущем доступные по первому требованию строго определённому регламентами кругу лиц.

Другими словами, PLM-система — это прикладное программное обеспечение для управления жизненным циклом продукции.

Внедрение цифрового проектирования на предприятиях интегрированной структуры – одно из ключевых направлений развития сферы ракетно-космической техники. Благодаря цифровому проектированию повышается конкурентоспособность разрабатываемых изделий, их надежность и качество. PLM-система позволяет снизить сроки создания изделий и их себестоимость, а также сократить количество натурных испытаний изделий.

Трехмерное проектирование, 3D-модель является подлинником конструкторской документации, проводится полное математическое описание всех процессов. Это позволяет избежать ошибок при проектировании; уже на этапе запуска в производство определена конфигурация основных параметров.

Освоение PLM-системы позволяет перейти к новой идеологии создания ракетно-космической техники – полностью цифровой разработке и проектированию изделий с выходом на цифровое производство. Новые инструменты позволяют формировать архив сканированной конструкторской документации, обеспечивающей оперативный доступ к актуальному комплекту конструкторской документации всех участников процесса проектирования и производства, настроить согласование и утверждение документации, заменяющие сбор подписей электронным согласованием, начать выпуск электронной конструкторской документации на изготавливаемое изделие.

Система имеет множество подсистем, разрабатывающих технологические процессы и документацию, также они создают управляющие программы для станков. Теперь, используя новые инструменты, специалисты имеют возможность максимально автоматизировать подготовку производства и сократить сроки создания техпроцессов.

Одна из подсистем — «Управление инженерными данными» — организует работу с инженерными данными о сложных технических объектах, управляет всей информацией о них. С ее помощью осуществляется быстрый поиск и анализ огромных массивов конструкторской и технической документации, необходимой на этапах проектирования и производства, проверка актуальности и легитимности сведений, а также поддержка эксплуатации, сопровождения и утилизации изделий. Подсистема интегрирует информацию любых форматов и типов, предоставляя её уже в структурированном виде в сформированной базе знаний.

3D-модель должна стать подлинником конструкторской документации, на основе которой проводится полное описание всех процессов в изделии, вследствие чего исключаются ошибки при проектировании.

Несмотря на все имеющиеся преимущества PLM-системы, отечественные предприятия сталкиваются со следующими проблемами:

- Стоимость внедрения системы.
- Дополнительное обучение сотрудников.
- Сопротивление ряда сотрудников необходимости внедрения новых систем и изменения привычного строя работы.

Данная система уже успешно внедряется на нескольких отечественных предприятиях. Так, например, в НПО «Энергомаш» PLM-система применяется при создании современного ракетного двигателя РД171МВ.

Управление человеческими ресурсами в рамках СМК

Зиновьева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва
nastia.zinovieva@gmail.com

Несмотря на то что, XXI век является эпохой инноваций, в отличие от века предыдущего, в котором основной упор организации приходился на техническое оснащение предприятия, в наше время главным ресурсом организации являются ее сотрудники. Возможности и потенциал сотрудников – это единственные безграничные ресурсы организации, которые позволяют в разы увеличивать ее экономическую эффективность и способствуют конкурентоспособности предприятия на современном рынке.

Согласно серии стандартов ИСО 9000 одним из базовых принципов, влияющих на достижение необходимого качества продукции, методологии TQM является «Всеобщее вовлечение сотрудников в деятельность организации». Зачастую на практике многим предприятиям не удается выстроить полноценно работающую систему менеджмента качества (СМК), причиной этого нередко является недостаточное внимание и неправильный подход к управлению человеческими ресурсами, которыми владеет организация.

Поскольку люди являются основным ресурсом организации, необходимо уметь управлять этим ресурсом в рамках действующих стандартов, а именно:

- Постоянно совершенствовать навыки своих сотрудников. Личный рост сотрудников будет способствовать росту организации в целом;
- Использовать методики долговременной мотивации персонала, в т.ч нематериальные методы мотивации;
- Прислушиваться к предложениям персонала относительно управленческих аспектов;
- Выстроить отношения между сотрудниками таким образом, чтобы каждый чувствовал свою необходимость для достижения общей цели.

Для приведения в действие поставленных задач на практике важную роль играют такие факторы, как постоянно совершенствующаяся обучающая система организации, возможность предоставлять сотрудникам свежую информацию в сфере их деятельности. Для повсеместного вовлечения и создания команды используют различные психологические, социальные, игровые и многие другие методики, например, такие как самонаблюдение, ролевые игры, голосование, групповая оценка личности и прочие. Реализация данных методов позволяет показать сотруднику его роль в организации и способствует его самоотдаче в процессе работы, а высшему руководству дает новые идеи для развития предприятия. Обеспечив их выполнение, сотрудник становится высшей ценностью организации, а значит, является залогом ее коммерческой эффективности.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о том, что грамотно выстроенная работа по управлению персоналом способствует эффективной работе СМК на предприятии и позволяет выводить на рынок продукцию, которая выполняет требования по качеству, сопоставимые с международными стандартами.

Применение статистических методов для анализа удовлетворенности потребителей фармацевтического дистрибьютора АО «Медицинская компания»

Камолова Д.Т.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хунузиди Е.И.
НИТУ «МИСиС», Москва
dinarakamolova.phd@gmail.com

Работа с претензиями потребителей – важный инструмент для применения первого принципа менеджмента качества «Ориентация на потребителя». Претензии потребителей как внешних, так и внутренних – это данные, проанализировав которые можно извлечь информацию, полезную для принятия решений в отношении совершенствования процессов компании.

АО «Медицинская компания» (далее – компания) с 1991 года поставляет лекарственные препараты, медицинское оборудование и расходные материалы в профильные лечебно-профилактические учреждения России. Компания стремится создавать ценность для всех заинтересованных сторон, удовлетворяя их требования и ожидания. Поэтому в АО "Медицинская компания" внедрен процесс «Работа с претензиями потребителей». Для регистрации, мониторинга и координации работ с претензиями потребителей в компании внедрен модуль «Проблемные

ситуации» на платформе 1С:CRM. В модуле регистрируются жалобы как внутренних клиентов (сотрудники компании), так и внешних. В исследовательской работе проведен анализ претензий внешних потребителей.

Одним из преимуществ работы в модуле «Проблемные ситуации» является сбор и учет проблемных ситуаций. Однако сбор данных – это только первый шаг анализа любой ситуации. Чтобы получить информацию о процессе, данные необходимо проанализировать и оценить. Таким образом, в работе проведен анализ данных с помощью таких инструментов, как Диаграмма Парето и Контрольные карты Шухарта.

Для анализа причин возникших проблемных ситуаций построена диаграмма Парето, которая позволила выявить проблемы, подлежащие первоочередному решению. Для построения диаграммы использовались данные за период с декабря 2017 г. по февраль 2019 г. Анализ Парето показал, что следующие причины вызвали наибольшее количество проблемных ситуаций: необоснованный отказ клиента (43%); бой (14%); нарушение условий транспортировки (11%); ошибка при оформлении документов (7%); несоответствие условиям контракта (4%).

Контрольные карты Шухарта (далее – ККШ) – наилучший способ анализа стабильности системы в целом или конкретного процесса. Таким образом, для анализа стабильности процесса «Работа с претензиями потребителей» по данным за период март 2016 г. – февраль 2018 г. построены:

• Контрольные карты индивидуальных значений и скользящего размаха X-mR по количеству поступивших проблемных ситуаций (новые ПС);

• Контрольные карты индивидуальных значений и скользящего размаха X-mR по количеству устраненных проблемных ситуаций в отношении клиента (снятые ПС).

Построенные контрольные карты показали, что наибольшее количество проблемных ситуаций было зафиксировано в период с августа 2017 г. по январь 2018 г. Наличие точек, выходящих за границы контрольных карт, говорит об особенных причинах изменчивости процесса. Изучив подробнее процесс работы с претензиями потребителей за период август 2017 г. — январь 2018 г. выявлены возможные причин значительного увеличения проблемных ситуаций.

Также в ходе работы сделано предположение о том, что количество возникших проблемных ситуаций за период зависит от количества отгруженного товара за этот же период. Для проверки выдвинутого предположения построена контрольная карта по качественным признакам pn-типа (по доле дефекта). Для построения карты использовались данные за период март 2017 г. – февраль 2019 г. На контрольной карте обнаружена точка, выходящая за верхнюю контрольную границу. Точка соответствует сентябрю 2017 года. То есть в сентябре 2017 года было зарегистрировано наибольшее количество проблемных ситуаций, но отгрузок в рассматриваемый период было наименьшее количество, что указывает на неверность выдвинутого предположения.

В работе показано, что применение статистических методов для анализа удовлетворенности потребителей позволяет визуализировать данные и результаты их анализа, позволяет оценить стабильность процессов, облегчает поиск причин возникающих несоответствий, а также помогает руководству организации в принятии обоснованных управленческих решений.

Система управления профессиональными рисками в охране труда на предприятии

Кияшко В.С.
Научный руководитель — доцент, к.б.н. Мессинева Е.М.
МАИ, Москва
kvs1994@bk.ru

В соответствии с Конституцией РФ каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, а также в установлении государственных гарантий социальной защиты [1]. Сталкиваясь с постоянным риском причинения ущерба здоровью и жизни работника, порчи имущества, в организациях создаётся система охраны труда (далее СОТ). Согласно политике Международной организации труда СОТ на предприятии является необходимым условием для обеспечения эффективной защиты работников предприятия от вредных факторов производственной среды. Вследствие чего повышается качество работы организации.

На сегодняшний день используемая концепция охраны труда в России, направленная на ликвидацию последствий несчетных случаев на производстве и воздействия неблагоприятных факторов производственной среды исчерпала себя. Для повышения эффективности функционирования СОТ нужно внедрять концепцию управления профессиональными рисками. Управление профессиональными рисками – комплекс взаимосвязанных мероприятий, являющихся

элементами системы управления охраной труда (далее – СУОТ). Включают меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков.

Одна из главных особенностей управления профессиональными рисками – это направленность на предупреждение наступления неблагоприятных событий и последствий для работников на предприятии.

И хотя сейчас нет единой модели определения вероятности наступления неблагоприятного влияния профессиональных рисков, можно выделить характерные для большинства способов шаги:

1. Идентификация профессиональных рисков;
2. Систематизация и определение вероятности наступления каждого риска;
3. Разработка мероприятий на предупреждение неблагоприятных явлений;
4. Мониторинг эффективности мероприятий;
5. Изменение, переосмысление, новая идентификация и систематизация

Итак, управление профессиональными рисками представляет постоянно повторяющийся процесс. Мониторинг требуется, прежде всего, для составления динамической картины изменения профессиональных рисков под влиянием изменений производственной среды, а также для подтверждения адекватности применения действующих процедур в изменившихся условиях. Проводимый на основании непрерывного мониторинга анализ позволит оперативно выявлять возникающие проблемы на каждом рабочем месте, корректировать систему управления рисками с помощью организационных мер и влиять на безопасность трудового процесса в реальном времени.

Одним из положительно зарекомендовавших себя на практике методом управления профессиональными рисками является метод Файна и Кинни [2]. Принцип модели заключается в оценке профессиональных рисков для каждого работника отдельно. Риск по методу представляется как произведение трёх компонентов – воздействия, вероятности и последствия наступления события. Для определения вероятности профессионального риска в каждом конкретном случае осуществляется прогнозирование. С помощью его определяется, каким образом то или иное нарушение требований охраны труда может привести к производственной травме или профессиональному заболеванию.

Таким образом, для более эффективного сохранения жизни и здоровья работников предприятиям нужно отказаться от концепции ликвидации последствий и внедрять концепцию управления профессиональными рисками.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ) // Собр. законодательства РФ. – 2014. – № 15. – С. 3657.

2. Севастьянов, Б.В. Методы количественных оценок в менеджменте производственных и профессиональных рисков / Б.В. Севастьянов, И.Ю. Лобова // Безопасность в техносфере. 2008. № 1. С. 13–18.

Специальные технологические процессы и их оценка

Князькина В.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Карепин П.А.
МАИ, Москва
nika.knyazkina@mail.ru

В настоящее время система менеджмента качества любой организации, включая производственные процессы, должна соответствовать требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Процесс производства является преобразованием ресурсов в благо с целью удовлетворения потребностей человека. Поэтому роль производства довольно высока: оно предполагает не только рациональное использование имеющихся ресурсов, но и достижение поставленной цели. В свою очередь производственный процесс состоит из технологических процессов. Правильно построенный технологический процесс позволит привести к желаемому результату с минимальными потерями.

Технологические процессы можно характеризовать на основе различных признаков: одни типовые и используются практически на каждом производстве, другие являются сложными или встречаются гораздо реже. Сложность и оригинальность процесса связана с проблемами результата качества. Исходя из этого, можно выделить группу, к которой предъявляются особые требования и уделяется большое внимание, – это специальные процессы. В стандарте ГОСТ Р 9000-2015 указывается, что подтверждение соответствия конечного выхода таких процессов невозможно или экономически нецелесообразно. Подробная информация о специальных процессах приведена в стандартах,

связанных с авиационной отраслью. В разделе 7 «Производство и облуживание» стандарта ГОСТ Р ЕН 9100-2011 установлено, что планирование производства в организации в случае необходимости должно учитывать специальные процессы. Национальный стандарт ГОСТ Р 56518-2015, включающий в себя требования по космической промышленности, и государственный военный стандарт ГОСТ РВ 0015-002-2012 также предусматривают наличие специальных процессов и разработку их перечней с целью обеспечения качества военной продукции. Данные документы определяют специальный процесс как «технологический процесс, результат выполнения которого не может быть оценен последующим мониторингом или измерениями, из-за чего недостатки становятся очевидными только после начала использования продукции». Следовательно, обыкновенная процедура контроля в таком случае не выгодна или недостижима для предприятия. Поэтому необходимо разработать мероприятия, позволяющие в полной мере управлять специальными процессами.

Действия, связанные с оценкой и контролем специальных технологических процессов, называются по-разному. Изучить и проанализировать их можно на основе действующих стандартов. В соответствии с ГОСТ РВ 0015-002-2012, по отношению к специальным процессам, в организации должны быть определены и документально оформлены процедуры проверки и обеспечения качества выполнения технологических процессов, включая порядок аттестации. Но понятие «аттестация» не единственное в своем роде. Существуют и другие, например, валидация и аудит. Эти термины близки по содержанию и цели проведения соответствующей процедуры. Поэтому рекомендуется разобраться во всех нюансах понятий, указанных выше, и выявить их общие черты и разницу между ними.

В результате были выделены следующие термины, отражающие действия по отношению к специальным процессам:

1) Аттестация – процесс, который «проводится с целью объективной оценки уровня процессов производства, определяемой степенью соответствия основных параметров применяемых технологических процессов лучшим мировым и отечественным достижениям. (РД 50-532-85)

2) Валидация — подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены. (ГОСТ Р ИСО 9000-2015)

3) Аудит – систематический, независимый и документированный процесс получения объективных свидетельств и их объективного оценивания для установления степени соответствия критериям аудита. (ГОСТ Р 9000-2015)

Каждый из них настроен на подтверждение заданных требований, но при этом имеет различия. Аттестация специальных процессов проводится с целью проверки и оценивания требованиям нормативной документации продукта, изготовленного по аттестованному процессу в конкретных условиях производства. Валидация, как видно из ГОСТ Р ЕН 9100-2011 и ГОСТ Р 56518-2015, должна продемонстрировать способность этих процессов достигать запланированных результатов. При этом организации следует разработать определённые меры.

Проанализировав вышеперечисленные стандарты и другие документы по стандартизации, которые относятся к авиационной отрасли, можно сделать вывод: термин «аттестация» постепенно заменяется термином «валидация», который впервые появился в международных стандартах серии ISO 9000 и на данный момент фигурирует в национальных стандартах чаще. Также может возникнуть необходимость аудита специального процесса, как видно из стандарта ГОСТ Р 56570-2015, что в очередной раз подтвердит его особую значимость и актуальность. Следовательно, каждая из процедур по отношению к специальным процессам по-своему важна для достижения поставленной цели – изготовления качественной продукции.

Методология управления качеством технической концепции на начальной стадии проекта в области авиации

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

Разработка принципиально нового изделия, такого как летательный аппарат (ЛА), являющегося сложной системой, сопряжена с увеличением затрат по мере перехода от замысла к последующей разработке инженерно-технических решений и далее к производству и использованию по назначению. К тому же внедрение новых технологий неизбежно связано с рисками, которые необходимо как можно раньше выявить и попытаться устранить или снизить. Эти факторы

способствуют тому, чтобы вести разработку шаг за шагом, когда перед принятием решения о переходе к следующему шагу демонстрируется успешное завершение предыдущего и проверяется правильность обоснования продолжения работ.

Известные стандарты и рекомендации по управлению качеством проектами и даже по управлению процессами жизненного цикла выражают сходные требования к управленческим действиям, однако не дают указаний по порядку их выполнения. Это означает, что отдельные операции выполнения проектов и программ регламентированы, но технология проектирования как последовательность операций в стандартах не описана. В данной работе предложена последовательность действий на начальной стадии проекта, позволяющая обеспечить дополнительные гарантии качества проекта/программы.

Этап 0. «Источник информации». Первоочерёдной задачей является анализ рынка, которая должна ответить на вопрос: «Действительно ли существует практическая потребность или потенциальный рынок для нового ЛА?». В результате принимается решение о необходимости начать разработку или модернизацию ЛА или отказе от этого проекта. В случае установления потребности в новом ЛА составляется проектное задание, включающее определенные требования к объекту в виде связей и ограничений, наложенных на целевые индикаторы, а сама цель интерпретируется как потребная (планируемая) система нормированных показателей объекта [Л]. Тогда проектная деятельность будет направлена на то, чтобы конвертировать в проектируемый объект систему требований по множествам условий воздействия среды обитания, используемых ресурсов и ожидаемых полезных эффектов. Далее на Этапе 0 специалистами предлагается множество способов и устройств, которые могут быть полезны для решения новой задачи на практике. Этот «мозговой штурм» сопровождается оценкой чувствительности характеристик систем будущего самолета к разнообразным нововведениям, чтобы отказаться от бесполезных.

Этап 1 «Анализ концепции» предназначен для выбора рациональной концепции из числа возможных. Он включает следующую последовательность действий:

1) определение значимых для проекта факторов концепции;
2) формирование проектных признаков на основе базы знаний (прототипы);
3) планирование полнофакторного эксперимента;
4) формирование альтернативных вариантов концепции;
5) сравнение расчетных вариантов концепции самолета;
6) выбор оптимального варианта по критериям целевой системы.

При этом выбор концепции не эквивалентен выбору системы. В рамках одной концепции реализация ЛА может быть представлена несколькими системами.

Этап 2. «Синтез системы». Как было сказано выше, летательный аппарат – это сложная система, в которую входят разные технические подсистемы (планер, силовая установка, снаряжение и оборудование, топливная система). Специалисты по аэродинамике, системам управления и конструкции оптимизируют технические параметры в рамках своей подсистемы. Однако проблема выбора глобальной оптимальной системы при концептуальном проектировании требует согласованных технических решений. 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.

В результате Этапа 2 устраняется неопределенность в конфигурации системы, однако сохраняется вопрос о влиянии среды на разработанный объект и его технической реализуемости. Устранить этот риск расчетными исследованиями в большинстве случаев невозможно, поскольку они не избавляют от мнимого характера экспертных оценок. Необходима валидация критических характеристик. В связи с этим необходим следующий этап.

Этап 3. «Аналогия натуры» посвящается экспериментальным исследованиям ключевых элементов (физическим, стендовым, имитационным), которые в лабораторных условиях дают первые доказательства их технической реализуемости, наличия эксплуатационных преимуществ и позволяют предварительно установить соответствие характеристик требованиям к изделию. В результате можно получить представление о квазидействительных характеристиках и сравнить их с требованиями к объекту.

Дальнейшие этапы разработки ЛА требуют конструирования, изготовления и эксплуатации реальных образцов авиатехники, что составляет компетенцию промышленных предприятий.

Литература

Скворцов Е.Б., Шелехова А.С. Начала теории концептуального проектирования с приложениями в области авиационной науки и технологий // Управление большими системами. 2018. № 75. С. 170-206.

Непрерывное совершенствование процессов – путь к наивысшему качеству

Куликова М.С., Птицына В.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Васильев В.А.
МАИ, Москва
mai.mari95@mail.ru

Современный рынок устроен так, что регулярно появляются новые технологии, методы, средства и инструменты. Вопрос конкуренции возрастает все больше. Чтобы «выжить» в этой борьбе предприятиям необходимо «идти в ногу со временем», следить за инновациями и подстраиваться под изменения.

Таким образом, главная задача любого предприятия – непрерывное совершенствование своих процессов.

Первыми о непрерывном улучшении заговорили Эдвард Деминг и Джозеф Джуран.

Предложенная Джураном теория управления качеством состоит из трех этапов и получила название «Трилогия Джурана»:

1)Планирование качества (планирование процесса).

2)Контроль качества (отслеживание необходимости корректировки процесса).

3)Улучшение качества (поиск путей совершенствования процесса).

Деминг же развил идеи Уолтера Шухарта и создал цикл PDCA (plan-do-chek-act: планируй-выполняй-проверяй-корректируй).

Системой непрерывного улучшения является кайдзен (kaizen), фокусирующая внимание непосредственно на персонале и качестве его работы. Она вовлекает в процесс улучшения каждого сотрудника от руководства самого верхнего уровня до рядового рабочего. Регулярно каждый сотрудник предлагает идеи по улучшению. Чаще всего такие предложения не несут за собой глобальных изменений, а являются незначительными усовершенствованиями. Это и является сутью системы кайдзен – большое количество малых, незначительных улучшений приводит к существенному улучшению качества.

На сегодняшний день существует множество методов совершенствования процессов: “5S методология”, ”Семь видов потерь”, “Пять Почему”, наглядность производства, инструменты качества (блок схемы, диаграммы частотности, диаграммы Парето, причинно-следственная диаграмма контрольные карты), «Poka-Yoke», и другие.

Кроме всего вышеперечисленного, мое внимание привлекла SCRUM-методология, разработанная Джеффом Сазерлендом и Кеном Шваберем. Суть данной методики: «порвите свои визитки. Избавьтесь от званий и титулов, от руководителей и иерархических структур. Дайте людям свободу делать то, что они считают правильным, и возможность нести за это ответственность. Результаты вас поразят».

Работа в SCRUM идет короткими циклами (спринтами). Каждый спринт в среднем длится 1-2 недели. В конце каждого из них проводятся собрания, на которых все участники проекта представляют достигнутые результаты и делятся своими наработками, а также выясняют слабые стороны. Это позволяет на самом раннем этапе устранять ошибки. Важно то, что участники делают упор не на конечный продукт, а на то, как они его делают. Анализируются препятствия, возникающие в предыдущем спринте, и задается вопрос «Как улучшить сотрудничество в следующем спринте». Таким образом, все участники эффективно взаимодействую как друг с другом, так и с заказчиком (что в свою очередь обеспечивает создание продукта, который необходим именно ему).

SCRUM имеет множество особенностей, несвойственных традиционному управлению. Данная методология не предусматривает нработы в режиме многозадачности и переработок (уставший и перегруженный сотрудник теряет свою эффективность). Суть работы в SCRUM – это состояние потока, которое создает наибольшую концентрацию.

Ключевые слова SCRUM методологии: ежедневные собрания, делайте до конца, открытость, расстановка приоритетов, минимизация рисков.

Открытость обеспечивается путем создания доски с тремя колонками: «Бэклог», «В работе», «Сделано». После определения всех необходимых задач, их на стикерах приклеивают в колонку «Бэклог». Как только участник приступил к выполнению той или иной задачи, он перемещает стикер с этой задачей в колонку «В работе». После того как задача выполнена и данная часть проекта опробована клиентом, стикер перемещается в колонку «Сделано». Каждый участник в любой момент может подойти и посмотреть на каком этапе находится работа по каждой из задач.

Главное преимущество SCRUM-методологии в том, что она не требует финансовых вложений, а ее применение повышает эффективность и результативность в 2–3 раза, так как производство оценивается и совершенствуется с максимально высокой периодичностью.

В настоящий момент данная методика не нашла своего применения в России. Но на мой взгляд, это наиболее эффективный инструмент постоянного улучшения, который непременно стоит внедрить и на отечественном рынке. Чем чаще команда будет обсуждать, анализировать и совершенствовать процесс/продукт/услугу, тем более высокого качества будет результат, а, следовательно, мы сможем добиться максимальной удовлетворенности потребителей.

Социально-психологические аспекты управления инновациями

Куракин Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горячева Н.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
demondi666@mail.ru

Развитие промышленности и возрастающая конкуренция формируют новые требования к инновационной деятельности. Важным фактором управления инновациями является универсальное информационное взаимодействие, которое в своем роде представляет социально-информационную деятельность организации.

Существуют некие представления о том, как организовать новаторский процесс, превратив его негативное влияние в пользу предприятия.

К внедрению нововведений работники зачастую относятся негативно, поэтому руководитель должен вырабатывать систему дипломатического поведения на всех этапах внедрения. Зачастую при внедрении инноваций у сотрудника возникают следующие этапы поведения: непризнание, затем раздражение, после этого взвешенный подход к ситуации и в конце поиск договоренности с начальством.

Представив боязнь изменений у работников как человеческий фактор, можно смело предположить, что существует возможность появления психологического барьера у работника, который проявляется во всем своем многообразии из-за недостаточной осведомленности персонала.

Инициаторами возникновения такого барьера, являются такие психологические факторы, как: боязнь большой загруженности, необходимость повышения квалификации, нежелание подчиняться новому руководству и др.

Для предотвращения возникновения психологических барьеров необходимо разбудить интерес работников к самим себе и делу, создав самонастраивающуюся систему управления по отклонениям.

Личность руководителя раскрывается в организации таких условий, где каждый был бы заинтересован в своей работе, а также в совместной деятельности с коллективом.

Для определения своей организационно-управленческой позиции и предотвращения социально-психологических конфликтов, руководителю необходимо заранее выявлять причины возникновения психологических барьеров у работников.

Управление качеством в условиях цифровой экономики

Ларионова Я.А., Трифонова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва
larikdeva@yandex.ru

Что нам всем приходит на ум, когда нам задают вопрос "Что такое цифровая экономика?". Естественно, первое, что мы представляем, это компьютеры, 3D принтеры, новые современные гаджеты и все остальные заслуги современного мира. Нельзя сказать, что это не так. Цифровизация представлена 3 уровнями:

1) рынки и сферы деятельности, где осуществляется взаимодействие различных субъектов (например, изготовитель-потребитель)

2) платформы и технологии, где реализуется сам процесс и формируются требования для развития.

3) среда, которая создает условия для развития IT.

Доктор экономических наук Владимир Иванов дает такое определение: "Цифровая экономика – это виртуальная среда, дополняющая нашу реальность".

Мало кто знает, что в России 28 июля 2017 года принята программа "Цифровая экономика Российской Федерации". Согласно этой программе, определяются 5 основных направлений развития цифровой экономики: нормативное регулирование, кадры и образование, формирование сфер деятельности, информационная инфраструктура и информационная безопасность. По проведенной статистике в 2016 году Российская Федерация занимает 38 место по использованию IT. Такое большое отставание от стран-лидеров (таких, как Финляндия, Швейцария, Швеция и т.д.) и мотивировало на создание этой программы.

Как мы уже говорили, при словах «Цифровая экономика» нам представляются различные устройства. Мы все пользуемся этим в повседневной жизни, но никогда не задумываемся, какую роль современные технологии играют в различных сферах деятельности. Например, управление качеством. Информационные технологии в управлении качеством применяются:

• Для управления и определения значений, полученных в результате измерений при работе с различными устройствами
• Для передачи информации
• Для расчета расходов на контроль и анализ продукции
• Для оценки данных, полученных контролем

В использовании информационных технологий в управлении качеством есть как преимущества, так и недостатки.

К преимуществам можно отнести:

1) Упрощение работы с документацией
2) Осуществление связи между документами
3) Уменьшение издержек производства в связи с минимизацией брака
4) Быстрое внедрение систем менеджмента качества на схожее предприятие

К недостаткам относятся:

1) Возможность взлома данных
2) Возможность потери важной информации
3) Увеличение безработицы

Среди самых популярных инструментов IT, используемых в управлении качеством, необходимо выделить Documentum, ARIS, Oracle E-Business Suite.

Рассматривая информационные технологии в управлении качеством, нельзя упустить такой важный момент, как оптимизация времени, путем перехода от «бумаги» к «компьютеру». В пример можно взять такие инструменты контроля, как диаграмма Ганта или диаграмма Паретто с использованием программы MS Office, где все исходные данные считаются автоматически, тем самым сокращается время работы, а также уменьшаются риски появления погрешностей, в связи с человеческими факторами.

Таким образом, мы приходим к выводу, что создание информационных технологий благоприятно сказывается на различных сферах деятельности, в том числе и в управлении качеством.

Управление качеством на предприятии

Макейкин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мишанова В.Г.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
makeykin.danila@mail.ru

Одно из важных направлений авиационной деятельности связано с управлением качеством АТ. Оно состоит в стремлении предприятий внедрить, наряду с Авиационными правилами, стандарты ISO серии 9000. Внедрение этих стандартов способствует совершенствованию внутренней организации производства, а также процессов изготовления, обслуживания и восстановления АТ. Это оказывает положительное влияние на безопасность Вооруженных сил и на показатели финансово-экономической деятельности предприятия. Общие методологические принципы построения системы качества производства и обслуживания АТ сформулированы в требованиях ISO 9001:2001, Авиационных правил Межгосударственного авиационного комитета и европейских «Процедур по сертификации воздушных судов и другой авиатехнической продукции, и деталей». Соответствующие разделы посвящены практическим аспектам реализации процессного подхода к управлению качеством АТ. Система управления направляет и контролирует деятельность организации в области качества (ДСТУ ISO 9000:2001).Система управления качеством (СУК) должна быть документально оформлена и организована так, чтобы гарантировать выполнение требований одобренной типовой

конструкции образца АТ и такое состояние экземпляра АТ, которое обеспечивает его безопасную эксплуатацию.

Объектом исследований послужила деятельность компании ПАО «Научно-производственное предприятие „Аэросила“». Это советская, российская фирма по разработке и производству самолётных воздушных винтов, винтовентиляторов, вспомогательных газотурбинных двигателей(ВГТД), гидромеханических регуляторов для воздушных винтов, механизмов для изменения стреловидности крыла, других авиационных агрегатов.

Базы знаний в системах менеджмента качества

Мандраков Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Одиноков С.А.
МАИ, Москва
tandem1995@mail.ru

В 2015 году состоялся выход новой версии международного стандарта ISO 9001:2015 «Системы менеджмента качества. Требования». В документе произошли большие структурные изменения и появилось несколько совершенно новых требований. Одно из таких требований находится под пунктом 7.1.6 «Знание организации». Стандарт определяет те положения, которым система менеджмента качества организации должна соответствовать, поэтому появление новых требований создает большой простор для деятельности.

Касательно знаний, которые являются набором опыта и компетенций сотрудников организации, ISO 9001 говорит, что знания должны быть определены и оценены; поддерживаться и быть доступными. Данные формулировки определяют те виды деятельности, которые должны осуществляться при работе со знаниями, и наилучшую основу для реализации этих требований позволит обеспечить наличие в организации «базы знаний».

База знаний – совокупность данных по той или иной предметной области, содержащаяся в памяти компьютера или зафиксированная на материальных носителях и имеющая определенную структуру. Данные, содержащиеся в базе, содержат в себе информацию о человеческом опыте и знаниях в определенной предметной области, и сама база знаний создана, чтобы управлять такого рода данными. Поэтому применение баз знаний будет касаться:

- Поиска знаний;
- Сбора знаний;
- Хранения знаний;
- Оценки знаний;
- Обмена знаниями.

Поиск и сбор знаний позволяют обнаружить знания, которые находятся в организации, а перенос их в базу знаний делает эти знания определенными. В такой базе знания не будут хранится «как попало», они будут распределены по предметным областям, что позволит провести их оценку более эффективно. И конечно, базы знаний напрямую будут участвовать в обмене, так как при поиске определённых знаний будут обращаться именно к ним.

Все эти действия необходимы при управлении знаниями, как раз они позволяют осуществить требования международного стандарта, а базы знаний создают фундамент, благодаря которому все это возможно.

Применение системы 5 S для совершенствования процесса производства кабельной продукции

Маценко А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горячева Н.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
sashka295@mail.ru

Проблемы в области качества при изготовлении кабельной продукции на сегодняшний день не являются большой редкостью, однако их актуальность по-прежнему имеет большое значение. Это связано с тем, что при производстве кабеля возникает большое количество дефектов, ущерб от которых существенно бьет по карманам кабельных предприятий.

В результате исследований, проведенных на кабельном предприятии и направленных на изучение причин возникновения дефектов, были выявлены основные источники проблем при производстве продукции. К ним относятся неисправность оборудования, нарушение технологических режимов и

планов контроля. При этом наибольшее количество дефектов приходится на долю последних. При детальном рассмотрении возможных причин дефектов было обнаружено, что источником всех причин выступает человеческий фактор. Невнимательность работника, а также отсутствие порядка в рабочей зоне приводит к серьезным потерям предприятия.

Несвоевременное обслуживание оборудования и наличие мусора на рабочем месте приводит к износу и загрязнению деталей внутри оборудования. Так, на операции оплетки экраном по причине несвоевременного обслуживания не срабатывает автомат обрыва. По этой причине возникают дефекты оплетки экраном, вследствие которых повреждается и сама изоляция жил.

Отсутствие организации рабочего пространства отвлекает внимание рабочего, что влечет за собой производство некачественной продукции. Качество продукции особенно страдает при отсутствии отдельной зоны для готовых полуфабрикатов. На операции тростки проволоки для экрана отсутствие зоны для заготовок приводит к повреждению проволоки и самой катушки. Поврежденная катушка при установке в оборудование может вывести его из строя.

Поскольку проблематика связана в основном с результатами влияния человеческого фактора, то решать проблемы производства эффективно с помощью системы 5S, основными целями которой являются: улучшения производственного процесса, снижение потерь, организация рабочего места, повышение производительности труда.

Стандартно система 5S включает в себя пять шагов, которые приведут к достижению лучших результатов, путем рационализации рабочего места.

1S – сортировка. Сортировка позволит организовать рабочее пространство для каждой операции. Все ненужные предметы отмечаются красным ярлыком, в котором указываются причины перемещения и действия, после чего отправляются в зону карантина.

2S – соблюдение порядка. Для производства кабеля соблюдение порядка обеспечивает правильное хранение заготовок и обеспечивает их использование на всех последующих операциях. Во избежание возникновения механических повреждений заготовок предлагается организовать зону хранения готовых полуфабрикатов, представляющую собой укрепленные стеллажи.

3S – соблюдение рабочего места в чистоте и порядке. С целью снижения риска поломки оборудования при производстве кабельной продукции рекомендуется проводить уборку рабочего места. Для поддержания и контроля чистоты рабочего места на операциях предлагается ввести график уборки.

4S – стандартизация. Стандартизация позволяет сформировать единый подход к выполнению заданий и операций. Основная задача данного этапа заключается в предотвращении отхода от постоянной реализации первых трех шагов.

Для соблюдения и поддержания правильного выполнения графика уборки на операциях рядом с рабочим местом предлагается закрепить порядок уборки, а также ввести порядок хранения уборочного инвентаря.

5S – совершенствование порядка. Чтобы оценить результативность внедрения 5S формулируются критерии и составляется чек–лист результативности начального уровня внедрения. С его помощью можно быстро обнаружить самые серьезные проблемы, устранив которые можно двигаться дальше. Для выявления недочетов необходимо ежемесячно выставлять оценку по ключевым вопросам всех пяти шагов 5S и отметить, в чем конкретно заключается недочет того или иного аспекта, чтобы в будущем его исправить.

Для выявления уровня осведомленности работников о целях 5S, необходимо задать этот вопрос четырем работникам и за каждый неправильный ответ снимать по 1 баллу. Чтобы оценивать прогресс, необходимо сравнивать полученный результат с результатом прошлого месяца.

Одним из вариантов стимулирования работников к дальнейшей деятельности в рамках системы 5S рекомендуется применение стенда 5S. Применение стенда 5S позволяет наглядно отслеживать выполнение требований 5S, а также выявить недочеты, которые не позволяют системе полноценно функционировать.

Ежемесячно каждому работнику выставляется оценка от 0 до 4 по критериям шагов 5S. Каждой цифре соответствует отметка в виде расцвеченного круга, который закрепляется напротив критерия шага 5S в столбце с инициалами работника. По ежемесячным итогам оценки деятельности работника назначаются соответствующие поощрения.

Внедрение системы 5S позволит без больших затрат повысить производительность труда, сократить потери от брака, а также создать необходимые условия для быстрого обучения в условиях текучести кадров.

Информационное обеспечение экологического мониторинга при интеграции систем менеджмента качества и промышленной безопасности

Михаленко М.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Черняев А.В.
МАИ, Москва
maximabdul@mail.ru

Важность и актуальность задачи создания, развития и совершенствования комплексных систем управления качеством на промышленных предприятиях не вызывает сомнений. Развитие комплексных систем менеджмента качества на промышленных предприятиях требует их интеграции с системами промышленной и экологической безопасности и охраны труда. Основой подобной интеграции являются интеллектуальные информационные системы [1].

Последствия процессов деятельности человека в современном обществе на сегодняшний день в сумме своей постоянно наносят вред окружающей среде. Деятельность промышленных предприятий, особенно в случае нештатных ситуаций на опасном промышленном объекте или действующем производстве приводит к росту выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и/или сбросов в гидросферу, литосферу. Таким образом, актуальность проблем формирования и развития информационного обеспечения систем мониторинга и прогнозирования аварийных и нештатных процессов является чрезвычайно важной и актуальной.

Недостаточное развитие инструментария, информационного обеспечения, а также ограничения действующих информационных систем приводит к тому, что с момента начала аварийного происшествия до момента начала устранения его последствий происходит существенное воздействие на окружающую среду в зоне инцидента. В дальнейшем же, запуск бюрократических процедур, утвержденных стандартов, не всегда точная оценка эффективности, размытые границы экологических критериев приводят лишь к последующим нежелательным загрязнениям. Решению данной проблемы посвящено значительное число научных работ, направленных на создание эффективных комплексных систем прогнозирования последствий аварийных ситуаций [2].

Известна эффективность локальной системы информационных коллекторов, представляющих собой подсистему набора датчиков, ведущих в режиме реального времени мониторинг объекта, а также программного обеспечения, позволяющего в реальном времени моделировать реальную «картину» в соответствии с той ситуацией, которая образовалась в зоне заражения. Иными словами, моделирование сложившейся ситуации, минуя человеческий фактор, посредством предварительно собранных данных в автономном режиме позволяет оперативно сформировать модель инцидента, а также произвести на основании полученной модели и настоящей динамики параметров прогнозирование дальнейшего развития событий посредством сформированных баз знаний, моделей и алгоритмов расчёта. Подобные информационные модели существуют в интегрированной информационной среде в соответствующей форме для различных объектов. Интегрированная система в локальной сети, при наличии соответствующих предварительно указанных параметров, способна затребовать и извлекать из информационной среды необходимые данные, обрабатывать и уже после первичной обработки, получившейся результат в установленной форме размещать в том же ресурсе. Также необходимо понимать, что принцип работы, данные, сеть в целом должна пройти верификацию, унификацию и сертификацию, для того чтобы в дальнейшем проблемы обработки данных поступающих с различных объектов не вызывали системных сбоев. Подобная технология, набор утвержденных предметно ориентированных стандартов позволяют в рамках сложившейся ситуации максимально рационально осуществлять мониторинг и прогнозирование. Положительными сторонами информационной системы в данном случае являются:

• Параллельное ведение множества проектов соответствующим количеством рабочих групп, что позволяет максимально сконцентрировать все необходимые ресурсы для их последовательного и рационального использования;

• Возможность формирования актуальной карты локальной зоны с целью извлечения необходимой информации;

• Максимально оперативное вмешательство в инцидент;

• Существенное увеличение точности входящих данных, позволяющих производить на их основе корректные моделирование;

• Способность накапливать, анализировать и распространять обработанные данные в дальнейшем.

Учитывая огромный, разнородный и сложно структурированный массив данных, в том числе экологического характера, которые накапливаются «вокруг», а также «внутри» локальных зон, мы также должны учитывать, что отслеживание актуальных данных, первичная обработка, извлечение

информации, последующий анализ, вторичная обработка, конечный анализ и на основании последнего принятие рациональных, эффективных решений является главной задачей для корректной и высокопроизводительной работы комплексной системы экологического мониторинга (ЭМ) территорий. В общей сложности количество данных огромно и чтобы найти, идентифицировать и корректно использовать затребованную информацию, необходимо разработать эффективную систему информационного обеспечения процесса для систем поддержки принятия решений.

Построение комплексной системы контроля и анализа информации о качестве на предприятии, специализирующемся в сфере обслуживания

Небова А.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Киселев Э.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
shanyan@ro.ru

Управление качеством является важным фактором конкурентоспособности для сервисных предприятий, основное содержание которого – не только обеспечить уровень услуг, который может полностью удовлетворить все запросы целевых клиентов, но даже превзойти их ожидания. В современной теории и практике управления качеством достижение высокого качества предоставляемых услуг является одной из основных целей и задач развития сервисного производства.

Высокое качество услуг является самой весомой составляющей, определяющей конкурентоспособность организации. Только основываясь на высоком качестве своей работы сервисное предприятие может выжить в условиях конкуренции и получать устойчивую прибыль.

Нередки ситуации, когда потребители отказываются от поставок продукции из-за отсутствия качественного сервисного обслуживания. Примером может служить ситуация, сложившаяся с российским самолетом Sukhoi Superjet 100, двигатель которого выходит из строя быстрее, чем заявляет производитель, а сервисное обслуживание занимает слишком много времени и требует больших материальных затрат, в связи с чем авиакомпании отказываются от эксплуатации данной модели самолетов.

Существует подход, в котором авторы предлагают определять качество современной продукции как совокупную оценку качества результата (продукции) и качества сервиса (обслуживания), что на наш взгляд является весьма эффективным методом.

Предлагается внедрять на сервисных предприятиях комплексный подход для контроля и анализа качества, который подразумевает использование инструментов для сбора информации, а также обработки и анализа полученных данных.

Для сбора информации следует использовать следующие инструменты:

- Оценка посредством использования методики «Тайный гость». Данный метод является эффективным инструментов, позволяющим критично и профессионально посмотреть на организацию со стороны;
- Конкурентный бенчмаркинг, позволяющий сравнить собственную деятельность с работой лучших, эталонных предприятий в области, перенять их опыт;
- Чек-листы как метод самоконтроля, которые направлены на поддержание дисциплины и сокращение временных затрат сотрудников;
- Контрольные листки по видам дефектов, которые направлены на сбор данных при систематически выполняемых действиях;
- Анкеты обратной связи, в которых любой потребитель может оставить свое мнение о качестве оказываемых услуг.

Для обработки и анализа собранных данных предлагается использовать такие инструменты качества, как диаграмма сродства, диаграмма связей и диаграмма Парето. Их применение позволит систематизировать собранные данные, выявить наиболее значимые области для совершенствования деятельности организации, воздействие на которые позволит увеличить конкурентоспособность на рынке и повысить потребительский спрос и лояльность к бренду.

Внедрение предложенного подхода для оценки качества услуг позволит организации своевременно анализировать качество оказываемых услуг, планировать деятельность по его улучшению, внедрять разработанные улучшения, а значит придерживаться процессного подхода.

Развитие системы менеджмента качества авиационного вуза на основе разработки методики внутреннего аудита образовательного процесса

Паршукова А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильина М.Е.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
ali17141922@mail.ru

В ситуации продолжающегося изменения социальных, политических, экономических, морально-нравственных ориентиров важнейшей предпосылкой динамичного развития общества становится создание и поддержание довольно высокого уровня высшего профессионального образования. Внедрение инноваций, использование новой техники и технологий в промышленном производстве требуют от специалистов все более высокой и непрерывной подготовки, которая обеспечивается качеством высшего образования. Предприятия высокотехнологичных отраслей промышленности, в том числе авиационные предприятия, разрабатывают и сертифицируют системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями стандарта качества ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Основной целью деятельности технического вуза является подготовка квалифицированного специалиста высокого уровня. От уровня подготовки специалистов зависит повышение качества выпускаемой продукции и конкурентоспособности предприятий в целом.

Проблема повышения качества высшего профессионального образования поднимается многими авторами. Результаты анализа научных статей по вопросу повышения качества образования показали, что в разных источниках проблема качества образования в России обозначается одинаково актуальной, однако предлагаются различные способы ее решения. Так, например, одними авторами образование рассматривается как важнейшая подсистема социальной сферы государства. Они подчеркивают, что в настоящее время в силу происходящих перемен и в условиях все более усложняющихся экологических, демографических факторов, перед человеком возникает проблема развития соответствующих способностей. Авторы видят решение этой проблемы в наращивании интеллектуального потенциала общества, где главная роль отведена образованию. По мнению авторов, одним из способов решения проблемы качества высшего образования может стать распределение трудоустройства выпускников в регионы России, используя принцип мотивации выпускников, которая должна решаться на государственном уровне. Вузам необходимо обеспечить информацию по отдаленным регионам, где востребованы молодые специалисты соответствующих направлений, и проводить разъяснительную работу со студентами в период их учебы.

В другой статье рассмотрены аспекты формирования и развития системы внутренней оценки качества в образовательных организациях как способ повышения качества предоставляемых услуг. Авторы отмечают, что повышение качества подготовки специалистов, а также ориентация на потребителя в лице участников регионального рынка труда, являются предпосылками к устойчивому социальному и экономическому развитию региона и страны. В данном случае решение проблемы качества высшего образования видится через проведение в вузе внутренних аудитов.

Нельзя не согласиться с позициями авторов, однако на наш взгляд немаловажным при повышении качества подготовки специалистов в техническом вузе является непосредственно усовершенствование СМК в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Данный стандарт имеет ряд особенностей по сравнению с предыдущими версиями. Основные из них:

• Требования к управлению рисками и возможностями при планировании деятельности и ее результатов, что может включать в себя применение различных методов риск-менеджмента, в том числе и SWOT-анализа;

• Рассмотрение знаний организации как одного из видов ресурсов, необходимых для функционирования СМК;

• Необходимость учета человеческого фактора в процессах деятельности.

Особенность технического вуза как поставщика состоит именно в том, что он фактически поставляет авиационному предприятию именно знания в сочетании с человеческим фактором. Это означает, что в контексте современных стандартов в области качества знания могут рассматриваться как продукция университета. А взаимодействия между двумя организациями должны учитывать требования стандарта. Так, усовершенствование СМК технического вуза на основе требований ГОСТ Р ИСО 9001 может способствовать улучшению взаимопонимания между вузом-поставщиком и предприятием-потребителем и подготовить специалистов в рамках единых подходов к управлению качеством, особенно этому способствуют принципы менеджмента качества: ориентация на потребителей и менеджмент взаимоотношений.

Поэтому с целью развития системы менеджмента качества технического вуза можно предложить методику планирования и проведения внутреннего аудита процесса подготовки бакалавров университета, направленного на поддержку внедрения принципов TQM и государственных образовательных стандартов. Преимущества предлагаемой методики состоят в возможности наиболее полно использовать особенности процессно-ориентированного аудита; в глубоком анализе реализации принципов TQM; в экономии времени проверок. Применение методики позволит максимально использовать преимущества процессно-ориентированного аудита и принципа процессного подхода к управлению, будет способствовать уточнению взаимосвязей между требованиями стандартов в области качества и образовательных стандартов.

Внедрение системы бережливого производства на АО УАП «Гидравлика»

Поздеева Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
natalya.pozdeeva.1997@yandex.ru

Тенденция «бережливого производства» – это одно из популярных направлений развития современной организации, при внедрении которого АО УАП «Гидравлика» получит конкурентные преимущества. Чтобы предприятие было конкурентоспособным, оно должно стремительно реагировать на задающие ритм запросы рынка.

Чтобы успешно внедрить подход «бережливое производство» необходимо пройти все обязательные этапы от инициализации проекта до этапа усвоения. В первую очередь на АО УАП «Гидравлика» выбираются три пилотных участка, потому что сразу охватить все предприятие невозможно. В каждом участке назначается ответственный за внедрение подхода. Далее разрабатываются нормативные документы, в нашем случае были разработаны производственно-технологические инструкции по инструментам внедрения. Благодаря этим инструкциям уже можно поэтапно внедрять новый подход.

Внедрение «бережливого производства» на АО УАП «Гидравлика» лучше начинать с методики 5S, т.к. вначале должна быть концепция, опирающаяся на малое, но важное звено – рабочее место персонала. Методика 5S подразумевает организацию рабочего пространства. Целью методики является создание оптимальных условий для выполнения различных операций, учитывая безопасность рабочего места, экономию энергии и времени персонала. Для того чтобы оценить качество внедрения, аудиторы каждую неделю проводят проверки 5S по чек-листу.

Достигая определенного уровня качества на одном участке, подразделение может продолжить опыт внедрения на следующих участках. Основная цель – это внедрить подход на всем производстве.

Управление качеством производства посредством внедрения интернета вещей

Птицына В.С., Куликова М.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Васильев В.А.
МАИ, Москва
veraptitsyna@gmail.com

Автоматизация и автономность в производстве неизбежна. Современные темпы развития цифровых и телекоммуникационных технологий неизбежно ведут к ним. На ежегодном съезде Всемирного экономического форума в швейцарском Давосе в этом году политики и промышленники дискутировали о передовых технологиях. В центре их внимания была четвёртая промышленная революция. Она подразумевает внедрение киберфизических систем в производство, обслуживание человеческих потребностей, включая быт, труд и досуг. Иными словами, наступает «Индустрия 4.0». Она влечет за собой изменения в разных сферах жизни, таких как политические системы, рынок труда, технологическую и иные сферы.

Хотя для многих людей представления об Индустрии 4.0 выглядят довольно туманными, она постепенно поглощает рынок информационных разработок. Это может заметить любой на торговых площадках бытовой техники и не только. Так называемые физические объекты, «умные продукты» или «интернет вещей» (Internet of Things, IoT) со встроенными датчиками и программным обеспечением, способные собирать и обмениваться данными с другими физическими объектами, располагаются на полках, и производители обещают интеграцию с Интернетом. Объекты имеют возможность удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме без участия человека.

Попробуем внести ясность на бытовом уровне. Представьте сценарий умного дома – комплекса решений для автоматизации повседневных действий, в котором отношения между человеком и технологиями меняются и способствуют облегчить рутину. Представьте обычное утро, когда вы просыпаетесь от будильника, параллельно этому жалюзи открываются автоматически. Вы встаете с постели на пол, который автономно поддерживает нужную температуру в соответствии с погодными условиями. Далее вы идете в ванную комнату. Свет автоматически включается после срабатывания датчика движения. Вы подносите руки к раковине, срабатывает датчик подачи воды. Вода, которая автоматически к определенному времени нагревается. На кухне вас ждет завтрак, который приготовила плита в автономном режиме, и вкусный кофе прямиком из кофемашины. Все это контролируется с вашего смартфона, выступающего как пульт управления. Это история об улучшении качества жизни, который состоит из мелочей, а дом возьмет все мелочи на себя.

Промышленный интернет вещей работает по такому же принципу, как и в доме. Система включает в себя датчики и контроллеры, установленные на узлах и агрегатах промышленного объекта, средства передачи собираемых данных и из визуализации на пульт управления, мощные инструменты интерпретации и многие другие компоненты. Поддержка производства ведется на каждом жизненном цикле продукта.

Подводя итог, для управления качеством технологии промышленного интернета вещей дают конкурентные преимущества и стабильную работу производства. Они увеличиваю эффективность производственных активов за счёт сокращения непредвиденных простоев, снижают затраты на технологическое обслуживание, совершенствуют работу прогнозирования и предотвращения отказов и другое.

Необходимость развития стандартизации для аддитивных технологий

Пчелинцева В.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Одиноков С.А.
МАИ, Москва
pch-valeriya@yandex.ru

С каждым годом мир технологий поражает своей разнообразностью и прогрессивностью. Все больше и больше развиваются новые направления и одним из таких являются аддитивные технологии, которые постепенно входят в различные сферы деятельности.

Использование аддитивных технологий достаточно многогранно. Поначалу она применялась только в области машиностроения, но на данный момент использование аддитивных технологий помогло прорваться на новый уровень в медицине. 3D печать используется при диагностике работы органов, в целях лечения ортопедических и онкологических заболеваний, а также дает возможность создать прототип из органического материала. В авиастроении такие технологии в разы уменьшают затраты на изготовление, сокращают производственный цикл, а также снижают долю отходов.

Российские предприятия признают, что использование аддитивных технологий дает возможность повысить качество продукции, точность изготовления и помогают устранить временные потери. Однако для того, чтобы технология эффективно работала и приносила результат, необходима база стандартов для каждой отрасли, в которой она применяется. В таких сферах, как медицина и авиастроение, для потребителя важна безопасность и качество, тогда необходимо уделить внимание рискам и требованиям по управлению несоответствиями. Допустим для каких-то отдельных изделий проводить неразрушающий контроль качества, также стоит для каждого процесса построить матрицу рисков и определить их последствия.

Стандарт — это фундамент, который дает уверенность производителю и создает условия для изготовления качественного продукта и эффективной работы всех технологических процессов. Потребитель в свою очередь стабильно получает продукт, отвечающий его ожиданиям и требованиям. Отсутствие широкой нормативной базы приводит к застою и медленному развитию аддитивных технологий. К каждой отрасли, где используется 3D печать, необходимы четкие требования к сборке изделия, к контролю качества готового изделия, к квалификации обслуживающего персонала. Так же необходимо пересмотреть и дополнить уже вышедшие стандарты ГОСТ Р 57558–2017 и ГОСТ Р 57556–2017.

Таким образом, чтобы ускорить развитие и внедрение аддитивных технологий в различные отрасли российских предприятий, необходимо создать для каждой из сфер деятельности регулирующую структуру. Стандарты, которые станут основой для функционирования системы, выведут предприятия на новый уровень и поспособствуют дальнейшему техническому прогрессу.

Список литературы
1. ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения
2. ГОСТ Р 57589-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы – часть 2. Материалы для аддитивных технологических процессов. Общие требования
3. Сироткин О.С. Современное состояние и перспективы развития аддитивных технологий // Авиационная промышленность. 2015. № 2. С. 22–25.

Большие данные как инструмент анализа информации, полученной на различных этапах производства в целях обеспечения высокого качества продукции или услуг

Размыслов И.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва
waif@mail.ee

Японские компании еще в середине XX века показали, что конкурентоспособными организациями являются те, которые исповедуют клиентоориентированность в бизнесе. Гибкий подход к производству, основанный на удовлетворении конкретных потребностей потребителя, в отличие от массового «слепого» производства, позволяет заполнять нишевые сегменты рынка и выпускать продукт с более высоким качеством.

Последняя информационная революция сформировала объективную необходимость использования информационных технологий (ИТ) во многих сферах деятельности, в том числе и на производстве.

Одним из современных трендов ИТ являются технологии Big date (рус. большие данные). Big data – это технологии, которые позволяют хранить и быстро обрабатывать большие объемы разноформатной информации.

Количество различной информации, с которой приходится работать производителям увеличивается экспоненциально, и задача производителей в данных условиях – проанализировать эту информацию и создать максимально гибкое производство, которое будет выпускать товар высокого качества, и, самое главное, который будет продаваться и будет нужен потребителю.

Любая информация, полученная о клиенте или от клиента, является важным инструментом для реализации бизнес-задач. Жалобы, прошлые покупки, посещение веб-сайтов, семейный статус, пол и возраст и т. д. – анализ всего этого с помощью искусственного интеллекта позволит составить «портрет» конкретного потребителя и позволит быть более внимательным к деталям производства. Данный метод получил название «распознавание образов».

С помощью прогнозной аналитики данных, полученных от различных участников процесса изготовления и реализации продукта, вырабатываются проектно-конструкторские решения, позволяющие обеспечить необходимый уровень качества.

Среди инструментов для обработки больших данных стоит выделить CRM-систему (рус. система управления взаимоотношениями с клиентами) – это программное обеспечение, в котором хранятся базы данных о клиентах, связываются потоки информации бизнес-процесса с информацией о состоянии рынка, а также оно позволяет установить обратную связь с потребителем, что является важным условием для функционирования системы менеджмента качества.

Таким образом, грамотное использование больших потоков информации – их получение, координация и анализ, является ключом к достижению высокого уровня качества продукта и удовлетворения конечного потребителя.

Использование самооценки в анализе деятельности предприятия

Ратькина Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва
dasharatkinaa@icloud.com

Глобальная цифровая трансформация – современная реальность, в полной мере определяющая развитие компаний и глобальных рынков. Программа Industrie 4.0 сегодня требует фактического технологического отрыва от конкурентов. Это означает, что для обеспечения конкурентоспособности на глобальных рынках в перспективе 10–20 лет, высокотехнологичной компании нужно быть лидером уже сейчас.

Тотальная цифровая трансформация экономики и высокотехнологичной промышленности, идут в ногу с требованиями современного глобального рынка: сокращение времени принятия решений (Time-to-Decision, T2D), их исполнения (Time-to-Execution, T2E) и вывода продукции на рынок (Time-to-Market, T2M), где под рынком, безусловно, понимается глобальный рынок.

Разработка и производство в кратчайшие сроки глобально конкурентоспособной кастомизированной продукции нового поколения возможны сегодня с применением Фабрик Будущего (Factories of the Future) – систем комплексных технологических решений, ключевым элементом которых становятся «умные» модели и цифровые двойники (Smart Digital Twins) изделий и процессов (технологических, производственных и др.).

Для ускорения развития компании предложено начинать программы цифровых изменений с диагностики предприятия. В этом случае многие организации используют самооценку.

Самооценка – всесторонний и систематический анализ деятельности организации.

Она показывает общее представление о функционировании компании, указывает на области, которые больше всего нуждаются в усовершенствовании.

Одной из главных целей самооценки является предоставление предприятием рекомендаций, базирующихся на фактах в сфере использования ресурсов для улучшения работы компании.

Также самооценка содержит в себе много моделей социальной мотивации организации. Самыми популярными являются премии в области качества. Все они базируются на определённых критериях, по которым проводится оценка и создаётся отчёт. В дальнейшем экспертная комиссия выбирает организацию-победителя, набравшую самое большее количество баллов. На территории нашей станы признанной считается Премия Правительства РФ в области качества, целью которой является стимулирование отечественных предприятий выпускать качественную продукцию и предоставлять услуги хорошего уровня.

Если рассматриваться самооценку как процедуру, при которой измеряется деятельность организации в области управления качеством, то она будет тесно связана с концепцией внутреннего аудита. Только по сравнению с внутренним аудитом самооценка имеет балльную систему. Она привлекает всех работников организации и охватывает всю деятельность, даже самые трудноизмеримые характеристики. Её отличие заключается в более выраженном диагностическом характере.

Таким образом, самооценка является уровнем зрелости организации, диагностирует сильные и слабые стороны, определяет области улучшения. А также это эффективный путь проектирования траектории развития компании, который так необходим в цифровую эпоху.

Система менеджмента записей на основе международных стандартов

Самарин А.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Карепин П.А.
МАИ, Москва
samandrez97@mail.ru

Система менеджмента качества (СМК) – это составная часть общей системы управления организацией, которая должна обеспечить стабильность качества продукции или оказываемых услуг и повысить удовлетворенность потребителя. Современная СМК объединяет в себе организационную структуру, структуру документации и информационную структуру.

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2015 прописаны общие требования, уточненные в стандарте ГОСТ Р ИСО 10005-2007, которые предполагают создание следующей структуры документации:

- Руководство по качеству;
- Политика и цели в области качества;
- Обязательные документированные процедуры;
- Регламенты процессов и процедур, рабочие инструкции;
- Документированная информация.

Документированная информация появляется в ходе деятельности организации, в ней фиксируются все свершившиеся события. Организации могут использовать термины, которые они сочтут более подходящими для своей деятельности (например, использовать термины "записи", "документация", "протоколы", а не "документированная информация"). Исходя из анализа ГОСТ Р ИСО 9001:2015 можно сделать вывод о том, что записи – это общее название для ряда типов документов, таких как ведомости, акты, задания, журналы, карточки и др.

Запись (record), согласно ГОСТ Р ИСО 9000-2015 (пункт 3.8.10) – это документ, содержащий достигнутые результаты или представляющий свидетельство выполненных задач. Само слово

«record» нередко встречается в международных и национальных стандартах в виде двух переводов: запись и документ.

Вопросы документирования при создании СМК на предприятии являются существенными. Разработкой стандартов управления записями на международном уровне занимается Технический комитет ISO TC 46 / SC 11 (Информация и документация). Для того, чтобы понять, как устроена система менеджмента записей (СМЗ) была проведена классификация международных стандартов в области СМЗ по двум направлениям:

1. Управление записями;
2. Использование записей на электронных носителях.

В первом блоке базовым стандартом является ISO 15489 «Управление записями. Общие требования». Стандарт регулирует процессы управления записями, утверждает основные принципы работы с записями и не обозначает требования к оформлению документов, так в каждой стране могут быть свои особенности. Следующими по важности являются стандарты ISO 30300 «Системы управления записями. Основные положения и словарь» и ISO 30301 «Системы управления записями. Требования». Первый стандарт устанавливает цели использования СМЗ, содержит принципы СМЗ, а также описывает процессный подход. ISO 30301, в свою очередь, призван помочь организации в выполнении своего назначения, обязательств и достижении целей.

Во втором блоке важными стандартами являются ISO 13008 «Информация и документация. Процесс преобразования и переноса цифровых записей», а также ISO 13028 «Информация и документация. Руководящие указания по внедрению оцифровки записей».

Анализ европейских стандартов EN показал, что Европейский комитет по стандартизации использует адаптацию стандартов ISO в области СМЗ.

Наиболее известной организацией по СМЗ является британский институт стандартов, поэтому был произведен анализ стандартов данной организации. Стандарт BS 10008-2014 «Доказательный вес и юридическая допустимость электронной информации. Спецификация» вобрал в себя опыт многих десятилетий. Он описывает передовые методы внедрения и эксплуатации электронных систем управления информацией, включая хранение и передачу информации.

В России СМЗ построена на стандартах, идентичных международным стандартам ISO в области СМЗ. Национальным органом по стандартизации информационной деятельности, библиотечного и архивного дела является Технический комитет 191 «Научно-техническая информация, библиотечное и издательское дело». Подкомитет 2 «Библиотечное дело» занимается подготовкой предложений в программу национальной стандартизации, проведением анализа действующих национальных стандартов в области СМЗ и переводов международных стандартов. Таким образом данным комитетом были переведены и утверждены такие стандарты, как ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007 «Управление документами. Общие требования», ГОСТ Р ИСО 30300-2015 «Информация и документация. Системы управления документами. Основные положения и словарь». ГОСТ Р ИСО 30301-2014 «Информация и документация. Системы менеджмента записей. Требования» внесен ТК 076 «Системы менеджмента».

Таким образом были введены основополагающие стандарты, описывающие принципы работы с записями, устанавливающие требования к оформлению документов, а также разъясняющие основные положения и словарь, что позволяет внедрить такую неотъемлемую часть СМК, как СМЗ в систему управления организацией.

Литература

Управление документацией за рубежом: Учебное пособие / [В.В. Степанова, А.В. Савельева, Л.А. Якубова, Т.В. Судник]. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. – 171 с.

Информационные технологии в управлении взаимоотношениями с клиентами (CRM-системы)

Трофимова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва
anna.trofimova.24.01.99@mail.ru

В современном мире направленность компании на продукт утратила свою значимость. Рынок переполнен различными производителями, которые предлагают идентичную продукцию, при этом качество и цена у таких товаров и услуг находятся примерно на одном уровне. Сейчас именно потребители являются самым ценным ресурсом компании, поэтому для того, чтобы превзойти и

вытеснить конкурентов, следует использовать персонализацию – выявление и удовлетворение индивидуальных потребностей своих клиентов [1].

Конечно, это легко сделать, когда компания небольшая, количество потребителей не превышает несколько десятков, но когда их значительно больше, реализовать клиентоориентированный подход сложнее, поэтому на помощь приходят CRM-системы. Такие информационные технологии позволяют быстро собирать и долгое время хранить информацию о клиентах компании на всех этапах взаимодействия с ними, а также проводить анализ полученных данных и на основании результатов строить наиболее успешные модели взаимоотношений [2].

CRM-системы решают целое множество задач, например:

1. С их помощью можно легко управлять информацией о клиентах.
2. Планировать и контролировать продажи.
3. Автоматизировать маркетинг в CRM программах.
4. Автоматизировать документооборот.
5. Управлять бизнес-процессами и т.д.

При правильном использовании информационных технологий управления взаимоотношениями с клиентами компании могут значительно повысить свою продуктивность. Они легко могут осуществить сегментацию клиентской базы, потребителей, которые приносят наибольшую прибыль, что напрямую ведет к росту продаж, при этом, используя CRM-системы, компании улучшают качество обслуживания, что способствует повышению удовлетворенности клиентов [3].

Следует отметить, что CRM-системы сейчас активно используются в различных сферах бизнеса, например:

1. Рынок наружной рекламы.
2. Биржевая торговля.
3. Аптечные сети.
4. Банки.
5. Спортивные клубы.

Подводя итог сказанному, можно сделать вывод, что использование CRM-систем позволяет «вовлечь» клиента в сферу организации, т.е. таким образом фирма получает максимально возможную информацию о своих клиентах и их индивидуальных потребностях, а уже исходя из этих данных, она может построить свою организационную стратегию, которая касается всех аспектов ее деятельности: производства, маркетинга, обслуживания и прочего [4].

Список литературы

1. Андерсон К. Менеджмент, ориентированный на потребителя: CRM-технологии как основа новых отношений с клиентом: [Пер. с англ.] К. Андерсон, К. Керр; Пер. А. Успенский. - М.: 2003. - 288 с.

2. Киселица Е.П. Информационные ресурсы и технологии в менеджменте: Учеб. пособие/ Е.П. Киселица. - Тюмень: ТюмГУ, 2007. - 220 с.

3.Управление взаимоотношениями с клиентами (CRM): возможности автоматизированных систем и программные продукты. Режим доступа: https://www.kp.ru/guide/upravlenie-vzaimootnoshenijami-s-klientami.html Опубликовано 14.04.2017. (Дата обращения: 15.01.2019)

4. Все о современных CRM-технологиях: преимущества, тренды, обзор возможностей. Режим доступа: https://www.terrasoft.ru/products/crm/definition (Дата обращения:15.01.2019)

Управление качеством окружающей среды через оценку показателей производства пищевой промышленности

Угринович С.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фетисов А.Г.
МАИ, Москва
Kfh-teplen@yandex.ru

Современная система управления контроля качеством направлена на разработку и внедрение, администрирование и контроль качества товаров и продуктов для обеспечения здоровья населения и нормативных требований безопасности.

Особое внимание уделяется контролю качества продуктов, повышающих резервные возможности организма в условиях воздействия неблагоприятных факторов внешней среды. Так, у летчиков происходит смещение центра тяжести трудовых нагрузок на психическую деятельность. В связи с этим, в рамках развития авиационной фитофармакологии особого внимания на сегодняшний день заслуживает перспектива использования адаптогенов растительного происхождения (на основании

проведенных исследований влияния курсового приема адаптогенов фиточая на летный состав) и мёда, как дополнительного источника углеводного продукта легкоусвояемого организмом. По органолептическим и физико-химическим показателям состава мёда возможно определить воздействие загрязняющих веществ, проследить процесс во времени, проанализировать реакцию на воздействие загрязнителей и их связь с загрязнением почв, растений, воды, воздуха.

В процессе сбора нектара и пыльцы пчелы вступают в контакт с огромным числом энтомофильных растений. Каждая семья обслуживает около 3-5 тыс. га площади ежедневно. В связи с этим, пчел и их продукты можно использовать для составления карт экологически чистых и загрязненных территорий, а также для идентификации среды загрязнения.

Мед, в первую очередь, проверяют на остаточное количество пестицидов, гербицидов, лекарственных препаратов, в частности, антибиотиков, наличие алкалоидов, радионуклидов и других токсических веществ. Все эти критерии зависят от качества и состояния окружающей среды, где содержались пчелиные семьи, а также от заболеваний, вызванных неблагоприятными факторами.

В связи с актуальностью проблемы, в апреле 2016 года после заседания форума Общероссийского народного фронта (ОНФ) президент дал поручение правительству проработать вопрос о качестве российского меда, доработать существующие нормы и внести в них четкие критерии, отделяющие мед от медосодержащей продукции, а также сформулировать требования к качеству и безопасности продукта.

Это повлекло проведение в 2016 году масштабного исследования “Росстата”- “Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016» (в 8 томах), где были приведены статистические данные, в том числе по поголовью пчелиных семей и объему производства мёда. Благодаря сведениям, опубликованным в статистическом сборнике по охране окружающей среды, сведениям в статистическом бюллетене, характеризующим состояние сельского хозяйства и сведениям по воздействию хозяйственной деятельности на окружающую среду и природные ресурсы, был проведен анализ, выявляющий взаимозависимость этих показателей и объему производства мёда на территории России.

Временные границы анализа были установлены сроком с 2014 до 2017 год.

Данные производства мёда в Российской Федерации в 2014 г. составили 74214000 т.; в 2015 – 67120000т.; в 2016 – 69222000 т.

Показатели внесения удобрений в расчете на один гектар посевов демонстрирует увеличивающиеся показатели, а именно, минеральных на 22,7 % и органических на 9,7%.

Выбросы загрязняющих атмосферу веществ возросли на 1,3%, Сброс загрязненных сточных вод снизился на 0,6%, тогда как образование отходов производства и потребления возросло на 5,3 %.

При общем анализе показателей производства мёда, состояния окружающей среды и ситуации процессов внесения минеральных и органических удобрений прослеживается тенденция увеличения нагрузки на окружающую среду и снижения количества меда.

Дальнейшие исследования в данной области представляются весьма перспективными, однако для выявления существующих зависимостей необходимо осуществить сбор данных с учетом увеличенных временных границ.

Применение инструментов бережливого производства для совершенствования деятельности Отдела НИРС МАИ

Черникова Е.А.
Научный руководитель — профессор, к.э.н. Еропкин А.М.
МАИ, Москва
chernikova.ekaterina@list.ru

Сегодня большой интерес вызывает практика использования принципов и методов бережливого производства в целях совершенствования государственного и муниципального управления. Концепция хорошо зарекомендовала себя как в сфере производства, так и сфере услуг.

При проведении анализа одного из процессов отдела Научно-исследовательских работ студентов Московского авиационного института (национальный исследовательский университет) – «Организации подготовки и участия студентов во внешнем конкурсе» были выявлены следующие виды потерь:

- Простои;
- Перепроизводство;
- Нерациональное использование рабочей силы;
- Лишние телодвижения;

• Излишняя обработка.

Исходя из выявленных потерь, был предложен план улучшений процесса с помощью инструментов бережливого производства:

• Знакомство сотрудников с философией бережливого производства;
• Внедрение в деятельность «Принципов 5S»;
• Проведение планерок;
• Введение контрольного показателя эффективности;
• Установление в отделе Доски – Канбан;
• Определение времени цикла для работы
• Разработка системы электронного документооборота.

Применение инструментов бережливого производства в работе отдела способствует:

• Сокращению всех видов выявленных потерь;
• Увеличению производительность труда;
• Росту содержательности труда и повышению офисной культуры;
• Улучшения психологического климата в коллективе.

Данные мероприятия оказывают положительное влияние на всю работу отдела НИРС. А работа отдела – на всю систему научно-исследовательской работы студентов как в институте, так и в стране. Одной из главных целей данной системы является улучшение качества образования, которое определяется умениями и навыками молодого специалиста. Творческие созидательные способности выпускников вузов сейчас ценятся не менее, чем их теоретические знания. Научно-исследовательская работа служит формированию и развитию студентов как творческих личностей, способных обоснованно и эффективно, решать возникающие перед ними задачи. Эти качества высоко ценятся на современном рынке труда. Таким образом, раскрытие и становление потенциальных личностных способностей студентов, их творческих возможностей, являются ведущими в системе обучения и воспитания.

Построение интегрированных систем менеджмента на основе стандарта ISO 9004:2018

Шатохина А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Денискина А.Р.
МАИ, Москва
naughty_bullet@mail.ru

Количество пользователей стандартов на системы менеджмента с каждым годом стремительно растет. Этому способствует активное развитие международной стандартизации в данном направлении, которая ежегодно охватывает дополнительные сферы деятельности.

Наибольшую популярность в организациях приобретает внедрение требований сразу нескольких стандартов на разные аспекты деятельности. В большинстве организаций внедрено более одной системы менеджмента. Организациям достаточно сложно ориентироваться во всем многообразии стандартов на системы менеджмента, так как помимо стандартов-требований активно развиваются стандарты-рекомендации.

Для успешного построения ИСМ необходимо использовать инновационные подходы и методологии. Применение для этих целей стандарта-рекомендации ISO 9004:2018, четвертое издание которого было выпущено в 2018 году, и Справочника ИСО по ИСМ, который был также обновлен в 2018 году, является хорошей методической помощью для организаций (ISO Handbook. The Integrated Use of Management System Standards).

ISO 9004:2018 должен являться основополагающим, базовым для разработки ИСМ. Этот стандарт, в отличие от ISO 9001:2015, трактует привычное для нас понятие качества более широко, он рассматривает качество как способность организации соответствовать потребностям и ожиданиям потребителей и других заинтересованных сторон [Л]. К их числу относятся потребители (заказчики), акционеры (собственники), поставщики, персонал, общество, государственные и муниципальные органы, а также различные союзы и ассоциации.

В соответствии с ISO 9001:2015 управление качеством направлено на обеспечение уверенности в продукции и услугах, тогда как стандарт ISO 9004:2018 ориентирован на качество самой организации, которое понимается, как ее способность удовлетворять потребности и ожидания заинтересованных сторон для достижения устойчивого успеха организации [Л]. Следовательно, при построении ИСМ необходимо объединить не только требования различных стандартов, но и интересы различных заинтересованных сторон, только при этих условиях возможно достичь желаемого равновесия.

В свою очередь Справочник ИСО по ИСМ представляет собой практическое руководство для организаций по эффективному согласованию систем менеджмента. В нем содержатся примеры практического использования, а также обучающий материал, который может быть использован во всех отраслях.

Организации постоянно совершенствуют свою деятельность и применяют разные модели поведения в виде различных стандартов на системы менеджмента. Так, например, акцент совершенствования корпоративной системы менеджмента ПАО «ОАК» в 2019 году – внедрение требований ISO 9004, EN 9100. Тем самым меняется ориентация менеджмента с повышения качества продукции на всю организацию в целом, создаются ориентиры для непрерывных улучшений и устойчивого успеха в постоянно меняющихся условиях.

Литература

ГОСТ Р ИСО 9004-2018 Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества - М.: Изд-во Стандартинформ, 2018.

Жизнь в кредит

Юдин М.Л.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Косых О.И.
МАИ, Москва
09-089@mail.ru

В современной России сохраняются низкие темпы роста экономики, которая по-прежнему зависит от нефтяных котировок, что является основным фактором нестабильности. Действующие санкции ограничивают доступ к зарубежным финансовым рынкам. В результате российская экономика лишается многих ресурсов для развития. Вследствие этого – истощение государственных и международных резервов РФ. Также можно сказать, что «чистые» доходы населения снижаются, например, по отношению к 2014 году они снизились на 29%. Снижение реальных доходов напрямую сказывается на потребительской способности населения: люди начинают экономить, тратить меньше денег, но понимают, что бесконечно экономить не смогут, поэтому решаются на кредит.

О росте кредитов в 2017 году свидетельствует многочисленная статистика. Например, по данным Национального бюро кредитных историй (НБКИ), на 20,9% увеличилось число выданных российскими банками кредитов. «В 2017 году количество новых кредитов на покупку потребительских товаров достигло 15,25 млн единиц», — говорится в исследовании НБКИ. Больше других потребительские кредиты брали жители Пермского края (+52,3%), Удмуртской Республики (+37,4%), Архангельской (+30,5%), Самарской (+30,2%) областей.

Увеличился в прошлом году и средний размер потребительского кредита: на 12,9%, до 141,2 тысячи рублей. По данным Объединенного кредитного бюро (ОКБ), за 11 месяцев прошлого года в России было выдано 30,37 млн новых кредитов на сумму 4,91 трлн рублей. В годовом выражении объемы заимствования выросли на 36%.

Таким образом, количество россиян, имеющих опыт получения банковских кредитов, растет. Однако это неоднозначный процесс. С одной стороны, по наблюдениям экспертов из РАНХиГС и Института Гайдара, в прошлом году займы стали подспорьем для малообеспеченных слоев населения: только с помощью кредитов у небогатых соотечественников получается поддерживать образ жизни на привычном уровне. Им банально не хватает имеющихся доходов на жизнь, но в то же время и на реализацию своих WOW-импульсов (свежая модель смартфона в кредит). С другой стороны, на фоне снижения инфляции происходит постепенное снижение ставок по кредитам, их доступность для населения неуклонно растет – комментирует эксперт-консультант ВЦИОМ Олег Чернозуб.

Популярность кредитов немного и оживляет розничную торговлю, но все же несет в себе определенные опасности, особенно для тех граждан, кто без заемных средств не в состоянии позволить себе различные товары: в случае нестабильного экономического положения заемщик может остаться без средств для выплаты долга. А это пени за просрочку, увеличение долга, неприятности с коллекторами и даже риск банкротства. В зоне риска оказываются заемщики с небольшими доходами, которые, как правило, имеют по несколько кредитов. Долговую нагрузку в этом случае сложно проверить, так как небольшие суммы (особенно POS-кредиты) часто выдаются без подтверждения дохода. Бороться с этим необходимо, используя схему: на одного человека – один кредит.

Нельзя не отметить, что сегодня экономическая (финансовая) неграмотность населения России – проблема достаточно серьезная, препятствующая, в том числе экономическому росту, уровню

благосостояния населения. О системе страхования вкладов осведомлено менее половины россиян. Большинство населения принимают решения об управлении своими финансами не на основе анализа полученной информации, а по рекомендации знакомых или заинтересованных сотрудников финансовых учреждений. Также в России существует низкая информированность населения о правах потребителей. Порядка трети населения не признают личную ответственность за свои финансовые решения, считая, что государство все должно возмещать. Такая статистика свидетельствует о том, что повышением финансовой грамотности населения необходимо заниматься на государственном уровне. На сегодняшний день по-прежнему большинство россиян получают теоретические знания в области финансов самостоятельно, посредством интернет-сайтов, телепередач, литературы, а опыт приобретают на собственных ошибках. Низкая финансовая грамотность населения не только мешает развиваться легальному бизнесу, но и стимулирует нелегальный: финансовые пирамиды, юристы-шарлатаны и др. Регулировать это вопрос законодательно до бесконечности невозможно. Здесь должна быть программа государства по повышению финансовой грамотности населения, начиная с учебных заведений, а также желание самого гражданина постигать тонкости финансовой науки. И тогда, возможно, «жизнь в кредит» в России будет как во многих странах цивилизованного мира – для поддержания уровня жизни, а не от безысходности.

Список литературы

1. Новиков, В.С. Кредитная история с географией, или почему в России такие высокие учетные ставки / В.С. Новиков. - Невское время, 2013. – №2. – 39-42 с.

2.Кашин, Ю.И. По страницам архивных фондов Центрального банка /Ю.И. Кашин, Т.В. Козлова. – Москва: Центральный банк, 2011 – 16-18 с. 3.Эксперт. [Электронный ресурс]:http://expert.ru/siberia/2015/28/iz-poslednih-sil/

Оценка управления финансовыми результатами корпорации

Алиева Л.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Суркова Е.В.
МАИ, Москва
leylaa123@bk.ru

Основной целью данного исследования было определение места и экономического значения прибыли в производственно-хозяйственной деятельности корпорации.

Прибылью является разница между совокупным доходом и совокупными затратами. Прибыль представляет собой основную цель предприятия. Она зависит от таких факторов, как производственная, снабженческая, сбытовая и коммерческая деятельности. Также помимо получения максимальной прибыли одной из главных задач является и ее целесообразное использование и дальнейшее развитие организации. Правильное и эффективное управление прибылью стимулирует развитие производства.

Увеличение прибыли является своего рода финансовой основой для поддержания воспроизводства предприятия и удовлетворения материальных потребностей работников предприятия. Также за счет прибыли выполняются обязательства предприятия перед государством, банками и иными учреждениями. Прибыльная деятельность — главное условие для предприятий разных отраслей экономики. В связи с этим формирование и использование прибыли имеют очень важное значение.

Для грамотного управлению прибылью необходим анализ состава и динамики прибыли.

Задачи экономического анализа прибыли:

• Разработка мероприятий, способствующих повышение прибыли

-Определение и анализ величины прибыли

-Пути увеличения прибыли

-Формирование прибыли

-Выявление факторов, влияющих на формирование прибыли

Главными факторами максимизации прибыли на предприятии являются: усовершенствование технологического процесса, оптимизация производства, повышение качества предоставляемых услуг. В ходе исследования было выяснено, что прибыль – это конечный положительный финансовый результат организации, представляющий собой разницу между доходами и затратами предприятия. Проведен анализ всевозможных факторов, влияющих на увеличение прибыли, ее эффективное использование и расширение предприятия.

В результате были изучены сущность прибыли, ее роль в деятельности предприятия.

Система управления качеством хранения авиационного имущества в стационарных хранилищах

Баклыков Д.А.
Научный руководитель — к.г.н Кулаков С.Ю.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
79518521880@yandex.ru

Одним из эффективных путей решения многих проблем хранения АТИ в СХ является внедрение технических средств контроля состояния объектов в хранилище.

Они состоят из транспондеров, которые содержат пьезоэлектрический преобразователь на ПАВ и отражательную линию задержки, выполненные на одной подложке, а в объекте установлены датчики контроля его состояния, подключенные к пьезоэлектрическому преобразователю на ПАВ. Отличительным признаком системы является то, что идентификация и контроль состояния объектов осуществляются путем опросов считывателем транспондеров установленных на контролируемых объектах. При этом контролируемые объекты упорядочены и размещены рядами таким образом, что расстояния между антеннами транспондеров определяются шириной диаграммы направленности излучения антенны считывателя. Для этого антенны транспондеров закреплены на телескопических штангах, а контролируемые объекты размещены на подставках с регулируемой высотой.

Таким образом, размещение объектов в хранилище, оборудованном автоматизированной системой контроля объектов, обусловлено не экономическими соображениями, а шириной диаграммы направленности излучения антенны считывателя. Это приводит к снижению коэффициента полезной загрузки хранилища и, как следствие, увеличивает удельные издержки складской системы. Кроме

того, требуется специальное дооборудование хранилища регулируемыми подставками под контролируемые объекты, что усложняет конструкцию.

В предлагаемой системе решается задача повышения коэффициента загрузки хранилища путем уменьшения расстояния между контролируемыми объектами и упрощения конструкции за счет адресного опроса транспондеров.

Датчик пространственного положения предназначен определения пространственного положения считывателя. В качестве датчика пространственного положения может быть использован GPS-трекер.

Блок управления предназначен для формирования управляющего сигнала, соответствующего пространственному положению считывателя, и передачи его на приемо-передатчик с регулируемой частотой. Блок управления может быть выполнен на базе интегральных микросхем.

Приемо-передатчик с регулируемой частотой предназначен для изменения частоты сигнала считывателя и передачи его на транспондеры.

Считыватель предназначен для передачи сигнала на приемо-передатчик с регулируемой частотой, приема сигнала с программируемых приемо-передатчиков и передачи его на диспетчерский пункт.

Программируемые приемо-передатчики предназначены для приема сигнала с транспондера и, в случае совпадения его частоты с частотой, установленной оператором, передачи его на считыватель.

Устройство работает следующим образом:

Оператор устанавливает значения частоты входных сигналов программируемых приемо-передатчиков и соответствующие этим частотам координаты расположения контролируемых объектов в датчик пространственного положения. Далее устройство работает аналогично прототипу. После начала движения механизма перемещения, датчик пространственного положения определяет пространственное положение считывателя и передает соответствующий сигнал на блок управления. Блок управления, в зависимости от значения входного сигнала, формирует управляющий сигнал на приемо-передатчик с регулируемой частотой. Считыватель по проводной связи передает сигнал на приемо-передатчик с регулируемой частотой. В приемо-передатчике с регулируемой частотой частота изменяется в зависимости от управляющего сигнала блока управления и посредством передающей антенны передается на приемные антенны транспондеров.

Находящиеся в зоне излучения передающей антенны приемо-передатчика с регулируемой частотой транспондеры, посредством передающих антенн, передают сигналы на программируемые приемо-передатчики.

Программируемый приемо-передатчик, в случае совпадения частоты сигнала от транспондера с частотой, установленной оператором, изменяет частоту принятого сигнала на частоту f1 и передает его на считыватель. Далее устройство работает аналогично прототипу.

Таким образом, использование изобретения позволит повысить коэффициент загрузки стационарного хранилища и уменьшить громоздкость конструкции. Устройство промышленно применимо, так как оно может быть выполнено базе известных элементов.

Экологические аспекты организации инфраструктуры предприятия

Боброва А.Д., Иванов В.Г.
Научный руководитель — доцент, к.б.н. Питрюк А.В.
Московский Политех, Москва
alena.bobrova.2012@yandex.ru

В условиях глобального экологического кризиса проблемы экологического менеджмента, т.е. системы управления предприятиями с учетом аспектов экологизации всех этапов деятельности предприятия, становятся особенно актуальными. Это связано с необходимостью уделять внимание влиянию на окружающую среду со стороны не только производственного процесса, но и самой системы менеджмента, управления инфраструктурой предприятия. Критерии оценки экологического воздействия предприятия, особенно высокотехнологичного, сводятся к оценке экологичности самого производственного цикла. Основой любой природоохранной деятельности на предприятии является установление специфики и масштабов экологического воздействия предприятия на окружающую среду.

С другой стороны, непроизводственные организации также имеют возможность улучшать свои экологические показатели: для них существуют системы экологического менеджмента, которые позволяют улучшать систему управления организацией с учетом принципов устойчивого развития. Анализ основных подходов к оценке предприятий и их инфраструктуры с точки зрения экологии и концепции устойчивого развития позволяет не только выявлять источники негативного воздействия со стороны производства, но и оценивать состояние инфраструктуры.

В качестве основных критериев, которые могут быть использованы для оценки экологических параметров территории промышленного объекта, относятся: озеленение территории (при этом разные виды растений и способы посадки имеют разные экологические показатели), водопоглощение наземного покрытия (необходимый фактор поддержания биохимических характеристик почв).

Для планирования и реализации энергосберегающей политики предприятия целесообразно использовать принципы «умных зданий» даже в непроизводственном секторе. Наиболее распространенным способом является применение энергосберегающих ламп, датчиков движения, систем автоматического регулирования подачи тепла, датчиков реакции на открытие/закрытие входных дверей и ворот систем теплоизоляции и т.д. Непроизводственный сектор деятельности предприятия также может быть оценен с точки зрения углеводродного следа.

Транспортная политика предприятия также важна для характеристики экологического состояния непроизводственного сектора. Значительная экологизация может быть достигнута следующими путями: использование автобусов-челноков на крупных территориях или на территориях отдаленных от населенных пунктов предприятий, увеличение количества транспортных средств с нулевым выбросом и т.д.

Водоснабжение любого предприятия также играет значительную роль в повышении рациональности природопользования. Технологически цель водосбережения достигается рециклингом. Значительно сократить потребление воды для обоспечения потребностей персонала можно следующими способами: использование водосберегающих насадок на краны, экономных однорычажных моделей смесителей и т.д. Таким образом, достигается еще одна цель: экономия электричества или газа, затрачиваемого на подогрев воды. Кроме того, объекты инфраструктуры могут повторно использовать воду (полив газонов, мойка транспортных средств).

Политика управления непроизводственными отходами на предприятии также позволяет учитывать и оптимизировать отходы непроизводственного сектора. Прежде всего необходимо разработать и принять программу рециклинга отходов, в которой можно предусмотреть следующие элементы: сокращение использования бумаги и пластика (например, частичный переход на двустороннюю печать, переход на многоразовую посуду в точках питания предприятия), внедрение рециклинга органических и неорганических отходов.

Отдельным направлением экологизации всего предприятия является анализ и оптимизация экономических и управленческих характеристик. Согласно международному стандарту ISO 14000 высшее руководство должно разрабатывать, реализовывать и поддерживать экологическую политику в рамках установленной области применения системы экологического менеджмента.

Проведение мероприятий, направленных на увеличение показателей экологичности не только производственной деятельности предприятия, но и сопутствующих видов деятельности, позволит предприятиям технологической сферы приобретать репутацию экологически добросовестных. В современных условиях «зеленая» маркировка продукции позволяет значительно увеличить продажи, а эколого-ориентированные кредитные организации предоставляют льготные условия кредитования для предприятий, соответствующих международному стандарту ISO 14000.

Список литературы

1. Астафьева О. Е., Авраменко А. А., Питрюк А. В.. Основы природопользования: учебник. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 354 с.

2. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента.

Разработка стратегии развития промышленного предприятия

Васильева А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Чайка Н.К.
МАИ, Москва
alex15-1997@mail.ru

Стратегия – это способ достижения целей организации, которые строятся на основании видения миссии организации.

Данное понятие довольно ёмкое и строится на двух важных определениях — видения и миссии. Видение представляет собой систему взглядов руководства организации на смысл ее существования. Миссия – это главное предназначение фирмы или ее роль на рынке.

Успешное функционирование и развитие промышленного предприятия в условиях постоянно меняющихся условий основывается на разработке эффективной стратегии. Стратегия развития (или стратегия роста) преследует цель увеличения объемов производства и реализации, то есть предполагает расширение продуктовой линейки и производственной мощности.

Процесс формирования стратегии развития промышленного предприятия характеризуется следующими этапами:

• Предплановый стратегический анализ.
• Формирование прогнозов.
• Разработка стратегического плана.
• Анализ стратегии.
• Управления стратегическими задачами и разработка системы контроля и оценки результатов стратегии.

Предплановый стратегический анализ является отправной точкой и состоит из анализа внутренней и внешней среды, в ходе которого конкретизируются «проблемные элементы и неполадки системы», выявляются и оцениваются риски. Ниже составляющие данного анализа рассмотрены подробнее.

Основа анализа внутренней среды:

• Анализ финансового положения предприятия и его потенциала.
• Анализ производственной (основной) деятельности и ее потенциала.
• Анализ инновационного потенциала.
• Анализ управленческого и кадрового потенциала.

Анализ внешней среды включает:

• Анализ потребителей производимой продукции.
• Анализ потенциала поставщиков.
• Анализ государственной политики и воздействия.
• НТП.

На основе предпланового анализа составляются прогнозы и сценарии развития «дальнейших событий», т.е. базового (средневероятностного) варианта стратегии развития предприятия и двух альтернативных вариантов (оптимистического и пессимистического).

Процесс разработки и анализа стратегии, как правило, заканчивается установлением общих ориентиров, следование которым обеспечит рост и укрепление позиций предприятия.

Управления стратегическими задачами и разработка системы оценки и результатов стратегии связаны с «дроблением» масштабного стратегического плана на четкие операционные планы с описанием конкретных шагов.

В заключение стоит отметить, что разработка и формирование стратегии развития промышленного предприятия – это сложный многоэтапный процесс, который должен основываться на теоретических и методологических основах и дополняться различными механизмами, повышающими системность стратегических решений.

Список литературы

1. Голубков Е.П. Стратегический менеджмент. Учебник и практикум для академического бакалавриата – М.: Юрайт. 2018. – 290 с.

2. Чурбанова Е.С. Формирование стратегии развития промышленного предприятия // Вестник СИБИТа. 2014. №1 (9). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-strategii-razvitiya-promyshlennogo-predpriyatiya-1 (дата обращения: 17.02.2019).

3. Плетухов А.В. Стратегии развития промышленных предприятий// Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: https://scienceforum.ru/2015/article/2015009743 (дата обращения: 18.02.2019)

4. Ансофф И. Стратегическое управление. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.

Модернизация ТЭЦ как фактор повышения её конкурентоспособности

Гамулина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Харин А.А.
МГТУ «СТАНКИН», Москва
gamulina.nura@yandex.ru

В работе предприятий аэрокосмического комплекса важны такие факторы, как снижение потребления энергоресурсов, сокращение затрат на оборудование и необходимость улучшения экологической обстановки. Оборудование многих из действующих в нашей стране ТЭЦ сильно изношено как морально, так и физически. В сложившихся рыночных условиях при текущем соотношении цен на газ и тарифах на тепловую электроэнергию старое оборудование нерентабельно при любых режимах выработки. Очевидным решением является модернизация состава основного оборудования с внедрением высокоэффективных технологий.

Алексинская ТЭЦ введена в эксплуатацию в 1941 году, и на данный момент на предприятии низкая эффективность топливоиспользования, физический и моральный износ оборудования, высокие затраты на его содержание, ремонт и обслуживание.

ТЭЦ может сохранить свою конкурентоспособность, если удастся существенно снизить затраты на увеличение ее мощности. Реально это осуществимо только путем реконструкции. Установка теплофикационного парогазового блока имеет целью увеличение выработки электроэнергии. Запуск блока позволит улучшить технико-экономические показатели работы Алексинской ТЭЦ. В результате реализации проекта установленная электрическая мощность станции увеличится более чем в 2 раза. Значительно увеличится эффективность производства тепла, а также надежность теплоснабжения города, в котором расположена данная ТЭЦ, уменьшится потребность в энергии на собственные нужды, возрастет эффективность топливоиспользования, повысится надежность работы оборудования и его маневренность. При этом удельные расходы условного топлива на отпуск электроэнергии на новом энергоблоке станут в 2 раза ниже, чем на работающем оборудовании. Условия труда станут лучше, а количество вредных выбросов значительно снизится. Благодаря модернизации производства повысятся конкурентоспособность продукции ТЭЦ в условиях рыночной экономики и энергобезопасность.

Список литературы

1. Подкуйко А.И. Роль инжиниринговых услуг в развитии технологических инноваций (на примере субъекта Российской Федерации) / Пастухов В.В., Подкуйко А.И., Харин А.А., Харин А.А. // Инновации. 2016. № 3 (209). С. 42–46.

2. Елбакиев А.М. Основные инструменты государственной поддержки развития инжиниринговой деятельности в Российской Федерации / А.М. Елбакиев, А.И. Подкуйко, А.А. Харин // Вестник МГТУ «Станкин». 2016. №4(39). С. 131-135.

3. Семикашев В.В. Потребление тепловой энергии населением России // Проблемы прогнозирования / ИНП РАН. 2010. №4.

4. Семенов В.Г. Теплофикация в современных рыночных условиях // Новости теплоснабжения. 2012. №5.

Внутренний аудит как ключевое звено в системе корпоративного управления в условиях развивающихся финансовых рисков

Добрянская И.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Калошина М.Н.
МАИ, Москва
iramonova@list.ru

В условиях экономического кризиса и нестабильности, быстрых изменений внешней среды особенно остро в деятельности производственных организаций ощущаются управленческо-экономические недостатки, несовершенство системы внутреннего контроля и управления рисками.

Для обеспечения сохранности активов, эффективного достижения установленных акционерами целей, а также решения разнообразных и масштабных задач предложен к применению во внутреннем аудите риск-ориентированный подход, фокусирующийся на наиболее значимых и потенциально рискованных направлениях деятельности предприятия, на аудиторских проверках существенных аспектов в рамках отдельно взятых бизнес-процессов.

Установлены основные преимущества риск-ориентированного подхода внутреннего аудита: концентрация на наиболее важных проблемах деятельности компании, разработка мероприятий по минимизации негативного влияния рисков.

Выявлено, что особое место в совокупности аудиторских проверок занимает аудит системы внутреннего контроля бизнес-процессов. Рассмотрен бизнес-процесс «закупки». К аудиту его составляющих отнесено:

• Оценка основных этапов: тендерные процедуры; выбор поставщиков; заключение договоров с поставщиками; получение товаров; проверка счета-фактуры и накладных документов/акта выполненных работ, отражение кредиторской задолженности; оплата денежных средств поставщику.

• Выявление и снижение типичных рисков на протяжении всех этапов, повышение уровня уверенности.

• Иллюстрация и представление возможных контрольных процедур в рамках бизнес-процесса.

В результате проведенного анализа выявлено, что внутренний аудит на основе анализа текущего состояния деятельности компании позволяет избежать возможных неблагоприятных будущих

событий в отношении работы как отдельных подразделений, так и организации в целом, а также повысить инвестиционную привлекательность для потенциальных инвесторов и кредиторов.

Внутренний аудит во всех его формах призван помочь руководству предприятия достичь целей наиболее эффективным образом, при этом сохраняя часть денежных средств внутри него, что играет важную роль в проектах с заданной стоимостью в экстренных кризисных условиях, а также в условиях ограниченного финансирования.

Современные тенденции российского рынка авиаперевозок

Дроздова Ю.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Суркова Е.В.
МАИ, Москва
Juliadrozdova97@mail.ru

Ежегодно увеличивается число направлений, по которым авиакомпании осуществляют свои перевозки. Это происходит только благодаря решению авиакомпаний расширить предлагаемый спектр услуг, чтобы перевозить больше пассажиров. Этому также способствует увеличение количества воздушных судов, приобретаемых авиакомпаниями.

Данное увеличение происходит только благодаря внутренним расширениям авиакомпаний, их росту. Наиболее эффективным было бы увеличение количества существующих авиакомпаний, но пока рынок авиаперевозок пополняется новыми компаниями незначительно.

Цель данного исследования — выявление новых российских авиакомпаний, вышедших на рынок в 2018 году, и анализ объема перевозок существующих.

Проведя исследования по анализу рынка авиаперевозок в России за 2018 год на внутренних и международных рейсах, можно сделать выводы о том, что основными авиакомпаниями, которые занимают лидирующее место среди российских авиакомпаний, являются: «Аэрофлот – российские авиалинии», «Сибирь», «Россия», «Уральские авиалинии», ПАО "Авиакомпания "ЮТэйр". Это обстоятельство говорит о том, что рынок авиаперевозок не пополняется новыми авиакомпаниями. Сложность выхода авиакомпаний на рынок заключается в преодолении барьера из применяемого национального воздушного, антимонопольного, налогового и других видов законодательств.

Только в 2018 году на российский рынок авиаперевозчиков вышло только около трех региональных авиакомпаний. В 2017 году их было около семи. Из них самые крупные: «АК Азимут», «АК Балтийские авиалинии», «АК ИрАвиа».

Увеличение количества перевезенных пассажиров за 2018 год составило 10%. Эта величина за 2018 год незначительно уменьшилась, так как прирост в 2017 году составил 16%. Данное изменение вызвано не только внешними факторами, а именно закрытием авиасообщений с некоторыми странами, но и изменением тарифной политики авиакомпаний.

Таким образом, остается надеяться, что количество перевезенных пассажиров будет увеличиваться благодаря установке наиболее выгодных тарифов для пассажиров, что позволит каждому найти выгодный вариант перелета.

Исследование теоретико-методологических аспектов организации системы контроллинга на промышленном предприятии

Дубинский М.О.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Бурдина А.А.
МАИ, Москва
maksimd55@mail.ru

Концепции управления предприятием постоянно развиваются, в настоящее время достаточно много российских и зарубежных авторов исследуют механизмы контроллинга на высокотехнологичных промышленных предприятиях, что при современном развитии науки и техники, возникновении новых композитных и гибридных материалов, новых технологий, а также в условиях экономических санкций является, как никогда, актуальным и значимым.

Под контроллингом понимается комплексная система содействия в управлении, направленная на координацию взаимодействия систем управления и контроля их результативности. Контроллинг может осуществлять информационно-аналитическую сопровождение процессов принятия решений при управлении организацией (предприятием, холдингом, органом государственной власти) в конкретных системах менеджмента.

Современный контроллинг включает в себя контроль рисков, глобальную систему информационной поддержки предприятия, систему уведомления с помощью организации ключевых показателей, управление системой исполнения стратегического, тактического и оперативного планирования и систему менеджмента качества.

При внедрении систем контроллинга необходимо сопоставлять её итоги (как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе) с совершенствованием системы управления предприятием (увеличением трудоёмкости процессов).

Основной целью контроллинга является создание на предприятии результативной системы принятия, реализации, контроля и анализа управленческих решений. Следовательно, необходимо построить систему эффективных и сбалансированных показателей KPI, а также механизм анализа и выявление причин отклонений фактических полученных значений показателей от плановых.

В исследовании обосновывается, что основными автоматизированными процессами системы контроллинга на высокотехнологичном, системозначимом предприятии являются:

- оптимизация управления организационной структурой;
- создание продуктивной системы учёта операций и результатов;
- организация систем по анализу, контролю и планированию деятельности;
- повышение результативности работы компании путем мотивации;
- внедрение систем инновационного обеспечения деятельности;
- оптимизация рисков.

Таким образом, система контроллинга предприятия должна включать в себя блок инновационного обеспечения деятельности высокотехнологичных компаний, а также блок анализа, прогнозирования и оптимизации производственного, финансового, налогового, странового, валютного, кадрового, инновационного рисков, возникающих при реализации различных управленческих решений.

Разработанная методика оценки инновационной среды в научно-производственной системе изделий РКТ

Зотов М.В.
Научный руководитель — Барановски С.В.
МГТУ им. Н.Э. Бауманна, Москва
zotov001@yandex.ru

Целью данной работы являлось исследование повышения конкурентоспособности и эффективности ракетно-космической отрасли на основе разработки методики оценки сочетания макро- и микросреды участника инновационного процесса – инновационной среды в научно-производственной системе на примере коммерческого запуска ракетоносителя, с учетом особенностей космической деятельности Российской Федерации.

Разработка новой методики необходима, в первую очередь, в связи с тем, что существующие обобщенные методы оценки не могут в полной мере учесть все особенности коммерческих пусков ракетоносителей. Кроме того, ограниченность финансирования космической деятельности подтверждает важность совершенствования и разработки новых методов оценки инновативности проектов.

Работу можно разделить на три основных этапа:

- Анализ существующих методик, выявление их положительных и отрицательных сторон.
- Разработка методики оценки инновационной среды в научно-производственной системе РКТ.
- Сравнение разработанной методики с существующими.

Основные полученные результаты и выводы могут быть применены при разработке корпоративных документов по увеличению производственных мощностей предприятия. Они также не только позволяют выявить пороговое значение, при достижении которого инновацию целесообразно реализовывать как проект, но и помогают выбрать наиболее рациональные схемы проектного менеджмента для различных уровней инновативности проекта.

Список литературы

1. Цисарский А.Д. Разработка механизмов и инструментария проектного менеджмента при создании ракетно-космической техники: Диссертация на соискание учёной степени доктора экономических наук. М., 2017. 299 с.
2. НТИ Академик [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL:http://www.nti2035.ru

Модель оценки длительности жизненного цикла модульных высокотехнологичных комплексов

Исаев Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Давыдов А.Д.
МАИ, Москва
isaevnikita1401@gmail.com

«Высокие темпы научно-технического прогресса, особенно в отраслях тяжелого машиностроения, предоставляют возможность создавать все более технологически сложную продукцию» [2].

Управление жизненным циклом товара является важнейшей частью стратегии развития предприятия в условиях конкурентного взаимодействия и ограниченности ресурсов, так как прогнозируемое наступление стадии жизненного цикла позволяет предприятию, с одной стороны, стабильно развиваться, а с другой стороны – гибко и своевременно реагировать на динамично меняющиеся тенденции внешней среды путем варьирования длительности пребывания готового продукта на рынке.

Высокотехнологичный комплекс – сложная мехатронная система, основанная на интерфейсе человек-машина, предусматривающем интеграцию механики, электроники и ПО. Специфика модульных высокотехнологичных комплексов (МВТК) — широкие адаптивные рамки, что, в свою очередь, позволяет варьировать их характеристики.

Методы оценки жизненного цикла товара подразделяются на количественные и качественные. Количественные методы возможно реализовать с помощью модели ранговой корреляции. Это позволяет оптимизировать длительность ЖЦ всего семейства МВТК. В основе этого метода — гипотеза о том, что ЖЦ семейства зависит от разнообразия конечных обликов семейства.

Для МВТК, в частности для управляемого ракетного оружия, определяющую роль играет количество классов и, следовательно, количество разрывов. Разрыв представляет собой уязвимость в плане вероятного снижения надежности всей системы, поэтому главной целью разрабатываемой модели является поиск оптимального количества модулей, которые отвечают критериям эффективности поражения цели, надежности и стоимости операции.

Оптимальное количество классов можно определить как математическим, так и экспериментальным путем исходя из самосогласованности системы в техноценозе (по аналогии с биоценозом): малое количество модулей и, как следствие, конечных обликов, ведет к неспособности семейства отвечать динамично возникающим факторам влияния и к его вырождению. Под вырождением семейства подразумевается значительное уменьшение актуальных на определенный момент времени конечных обликов и снятие с вооружения из-за несоответствия критерию "система — цель".

«Так, при сокращении номенклатуры, составных частей в 2 раза и повышении объема выпуска унификационных подсистем в 2 раза достигается уменьшение стоимости изделия на 20%, существенно уменьшаются затраты на обслуживание и ремонт, сокращается время на освоение производства новых образцов примерно в 2 раза, объем и затраты конструкторской и технологической подготовки снижаются на 50-60%» [1].

Доклад подготовлен при финансовой поддержке РФФИ. Проект 17-06-00235

Список литературы

1. Гусейнов А.Б. Обоснование рационального уровня унификации и типажа систем снаряжения. // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск №49, http://trudymai.ru/published.php?ID=28180 (дата обращения: 10.04.18).

2. Исаев Н.А. Экономико-математическое моделирование жизненного цикла модульных высокотехнологичных комплексов. – М.: Московский Авиационный Институт, Москва, 2017;

Применение концепции сервисно-доминантной логики в рамках управления системой постпродажного обслуживания инновационного продукта

Ковалева А.В., Новиков А.С.
МАИ, Москва
anastasia.kovaleva@mai.ru

Эффективное управление постпродажным обслуживанием требует выбора управленческой стратегии, которая бы позволила оптимизировать взаимодействие между всеми участниками логистики проекта. В случаях, когда речь идет о логистической поддержке и постпродажном обслуживании сложных высокотехнологичных систем в целом, а также о контрактах жизненного

цикла в частности, требуется согласование значительных ресурсов (человеческих, финансовых и материальных) между всеми участниками логистики. Работа с сетью поставщиков и координация цепи поставок является одной из наиболее трудоемких задач с точки зрения управленческих позиций. В вышеописанном случае целесообразно использовать подход, основанный на так называемой «сервисно-доминантной логике», который предполагает, что конкурентное преимущество для поставщиков заключается в их способности использовать свои знания и навыки для улучшения характеристик продукта путем наиболее оптимального удовлетворения требований обслуживания. По мере улучшения показателей в рамках эксплуатации и сокращения издержек на техническое обслуживание и ремонт, предусмотрена система поощрений для поставщиков, что стимулирует их к применению наиболее инновационных подходов. При применении данной концепции важно, насколько хорошо один поставщик может удовлетворить требования клиентов, обеспечивая при этом разумную долгосрочную доходность для всей сети поставщиков. Для организации эффективного управления в рамках концепции сервисно-доминантной логики, помимо стратегического планирования, необходимо руководствоваться также и системой стимулов для всех участников системы обслуживания. Корректное планирование управленческой политики позволит максимально эффективно организовать взаимодействие со всеми участниками цепи постпродажного обслуживания. Лидерство представляется ключевым фактором при планировании стратегии управления, руководителям необходимо продвигать творческие идеи, подходя к старым ситуациям по-новому и позволяя партнерам рисковать. Руководство должно обладать способностью фокусировать партнеров на результатах, согласовывать действия и развивать предпринимательскую культуру.

О повышении активности населения в использовании авиационного транспорта

Косых Ю.В.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Любимцева С.В.
МАИ, Москва
kosykh.999@mail.ru

Особую значимость авиатранспорт приобретает в такой великой стране, как Российская Федерация, поскольку он напрямую влияет на её экономическое благосостояние. Роль пассажирских авиаперевозок в экономике нашего государства трудно переоценить. Большое количество граждан выбирает авиационные перевозки, так как этот вид транспорта наиболее удобен, и совершает перемещение из одной точки страны в другую за приемлемое количество времени.

Объем перевозок пассажиров российскими авиакомпаниями по итогам 2018 года составил 116,196 млн человек, увеличившись в годовом выражении на 10,6%. Внутренние перевозки выросли на 10% до 68,8 млн пассажиров, а международные — на 11,5% до 47,37 млн пассажиров. Доля занятых кресел по итогам 2018 года в среднем составила 83,8%, увеличившись в годовом выражении на 0,6% [3]

Определяющими факторами развития спроса на пассажирские авиаперевозки служат такие внутрироссийские экономические тенденции, как увеличение благосостояния граждан и уровня развития экономики в нашей стране. На рост экономического развития страны, в свою очередь, влияют многие факторы, например развитая инфраструктура, низкий уровень безработицы, повышение рождаемости, а также использование и разработка новых современных технологий.

Одним из важных факторов роста рынка гражданских авиаперевозок являются тарифы, формируемые авиаперевозчиками с помощью системы управления доходами, которые позволяют устанавливать различные цены для разных групп покупателей с целью максимизации выручки. Система управления доходами анализирует множество различных факторов и, в зависимости от полученных данных, изменяет количество мест по каждому тарифу.

Российские авиакомпании формируют тарифы по тем же принципам, что и перевозчики во всем мире. То есть чем больше спрос на рейс, тем выше цена, чем меньше спрос, тем ниже цена. Как и для любого предприятия, главная цель авиакомпании — получить максимальную прибыль [1].

Если рассмотреть ценообразование регулярных рейсов, то авиакомпании устанавливают разные цены, чтобы продать все места в самолете по максимально высокой цене. Причем на сервисе и удобстве перелета это абсолютно никак не отражается, за исключением бизнес-класса. Единственный плюс более дорогих билетов заключается в том, что их можно без штрафов или с минимальными переплатами сдать или обменять на другой.

Авиакомпании никогда не делают скидки от первоначальной цены на билеты, они открывают для продаж еще одну категорию тарифов, но при этом ограничивают условия приобретения и количество

билетов по низкой стоимости. Авиаперевозчики уменьшают количество мест по дешевым тарифам в случае повышенного спроса на билеты, и наоборот, если спрос падает, то их количество могут увеличить [2]. Существуют системы скидок и льгот для детей, студентов, пенсионеров, инвалидов и многодетных семей, так как спрос данной категории граждан эластичен по цене.

Проведя анализ тарифов различных авиакомпаний, можно предложить несколько направлений стимулирования продажи билетов потенциальным покупателям. Чтобы сформировать у потребителей дополнительный стимул посетить как можно большее количество городов, а также продлить отношения с авиакомпанией, необходимо:

1. Уменьшить ценовую категорию на авиаперевозки.
2. Установить дополнительные скидки 1 раз в месяц — 10–30% от стоимости билета в зависимости от дальности полёта.
3. Установить скидки 50% на билеты за 5 часов до вылета.
4. Установить фиксированную скидку на перелёт при неоднократном обращении к авиакомпании.
5. Ввести дополнительные бонусные программы.

Благодаря выгодным предложениям, которые указаны выше, увеличится спрос на данную категорию транспорта, также они позволят авиакомпаниям загружать самолёты полностью и увеличивать свой доход. Примером является тариф туристический, который можно приобрести за очень бюджетную цену и получить экономкомфорт.

Такая тактика приводит к тому, что низкая стоимость билета не уменьшит экономическую эффективность авиакомпании. Необходимым условием является то, что минимальная цена на билет не должна превышать себестоимость авиаперевозки.

Список литературы

1. Бондарев С.А., Жогличева В.В., Фисунов С.А, Цифровая экономика как новая модель экономического развития в XXI веке // Инновации и инвестиции. 2018. №9. С. 3-9.
2. Макарова И.Г., Бондарев С.А. Экономическая безопасность в условиях Евразийского экономического союза // Сборник: Актуальные проблемы таможенного дела и евразийской интеграции. М.: РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2016. С. 61-66.
3. https://www.favt.ru/dejatelnost-vozdushnye-perevozki-perevozki-passazhirov/ Официальный сайт Министерства транспорта РФ

Метод анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятий авиационной и ракетно-космической промышленности

Левченко Н.А.
Научный руководитель — Прохорова Е.П.
МАИ, Москва
89160879982@mail.ru

Целью данной работы являет формирование методики оценки экономической эффективности деятельности предприятия авиационной и ракетно-космической промышленности с использованием бухгалтерской отчетности предприятия и открытой информации для акционеров.

Большинство предприятий отрасли сталкивается с проблемой неправильного распределения и управления финансовыми и материальными активами. Всё это зачастую приводит к повышения стоимости реализации новых проектов, к упущенной выгоде и отставанию от лидеров рынка. Данный метод анализа направлен на организацию нового, более эффективного управления ресурсами, с помощью анализа текущей деятельности предприятия.

Вводной информацией для данного метода служат результаты предприятия, отраженные в бухгалтерском балансе, который по законодательству РФ все компании публикуют на своих сайтах. Метод состоит из 9 разделов: оценка стоимости и структуры имущества, анализ источников финансирования имущества, оценка финансовой устойчивости и автономности, анализ платежеспособности предприятия, диагностика несостоятельности (банкротства) и предложение мер по финансовому оздоровлению, анализ финансовых результатов предприятия, анализ себестоимости реализованной продукции и затрат на один рубль реализованной продукции, заключение, рекомендации.

Основным результатом анализа является отражение изменений: в внеоборотных активах (финансовых вложениях, незавершенных капитальных вложениях в НИОКР, незавершенных капитальных вложениях в ОС, отложенных налоговых активах и т.д.), в оборотных активах (запасах, сырье и материалах, товарах отгруженных и т.д.), в структуре источников финансирования (оборотных активах, собственном капитале, доходах будущих периодов и т.д.), в платежеспособности

(ликвидных активах, оборотных активах и т.д.), в структуре баланса (коэффициенте текущей ликвидности и т.д.), в финансовых результатах и рентабельности предприятия (прибыли от продаж, коммерческих расходах, отнесенных к выручке предприятия, прочих доходах, чистой рентабельности продаж и т.д.), в объеме продаж (затратах на реализованную продукцию, полной себестоимости и т.д.).

По завершении аналитической работы, формируется список рекомендательных мероприятий по каждому из разделов метода, направленных на улучшение финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Состояние рынка и мировые тенденции развития аэропортов

Любимская Е.Р., Силетских Н.Р., Силетских Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Москвичева Н.В.
МАИ, Москва
lenok.lyubimskaya@mail.ru

Несмотря на то что пассажиропоток российских авиакомпаний продолжает снижаться второй год подряд (к концу 2017 года падение составило 1,2%, а в 2018 году – уже 4,0%), внутренние аэропорты сохраняют хотя и скромную, но все же положительную динамику основных производственных показателей.

Согласно официальным данным Росавиации, за прошедший год они обслужили 159 597 млн пассажиров, что почти на 0,2% больше, чем годом ранее (в 2017 году рост составил 1,0%).

В то же время, если в 2017 году из двадцати крупнейших аэропортов России 13 сократили свои показатели, то в прошлом году их было вдвое меньше — всего семь. Аэропорт г. Сочи стал лидером роста среди первых 20 аэропортов страны в 2018 году (+ 28,8% по сравнению с предыдущим годом), на московском авиаузле только аэропорт Шереметьево продемонстрировал положительную динамику, тогда как Домодедово и Внуково, а также Пулково (г. Санкт-Петербург) показали отрицательную динамику.

В 2016 году под Москвой открылся долгожданный четвертый аэропорт — Жуковский, который, однако, юридически признан региональным. Отличительной тенденцией последних годов стало возведение новых и реставрация имеющихся аэропортов — это связано с таким событием, как чемпионат мира 2018 года.

Skytrax, ведущий портал, опубликовал результаты своего ежегодного исследования WorldAirportAwards.

Согласно исследованию, был составлен рейтинг аэропортов, основанный на опросе почти 14 миллионов путешественников из 105 стран. В исследовании приняли участие более 550 аэропортов. Путешественники были опрошены с целью оценки 39 параметров в области предоставляемых услуг и работы аэропортов. Были оценены такие параметры, как комфорт аэропорта, расположение туалета, языковые навыки персонала и многое другое. В топ-100 лучших аэропортов мира вошли только два московских аэропорта. Аэропорт Домодедово занял 74-е место в рейтинге. По сравнению с прошлым годом аэропорт сдал свои позиции — в 2017 году он занял 53-е место в рейтинге. А аэропорт Шереметьево занял 81-е место в рейтинге. По сравнению с прошлым годом он также сдал свои позиции — в 2017 году он занимал 78-е место в рейтинге. Еще один российский аэропорт, который вошел в топ-100 лучших в мире, — международный аэропорт Казани. Он занял 98-е место в рейтинге лучших аэропортов мира. И по сравнению с прошлым годом он поднялся в рейтинге на две позиции, так как в 2017 году он занимал 100-е место.

Российские аэропорты должны обратить внимание на современные тенденции развития мирового рынка, чтобы занять лучшую позицию среди аэропортов.

Сегодня все больше глобальных авиакомпаний и аэропортов расширяют использование цифровых технологий как для внутреннего контроля, так и для связи с пассажирами. 6% авиакомпаний уже проводят испытания, а 17% планируют начать тестирование искусственного интеллекта в течение следующих пяти лет. Среди аэропортов эта доля несколько выше: 21% аэропортов намерены тестировать приложения с использованием искусственного интеллекта в течение следующих пяти лет, согласно исследованию, проведенному поставщиком ИТ-решений для авиации SITA.

Возрастает «самостоятельность» пассажиров. Уже сегодня аэропорты США и Австралии отдали на самообслуживание пассажиров такие функции, как регистрация багажа, регистрация на рейс. Следующий шаг в отношении роста автономности пассажиропотока – самостоятельная посадка.

Аэропорты становятся все более «умными» — в них встроены маячки и ibeacon. При установке приложения на мобильные устройства путешественников стало возможным быстро получить

подробную информацию в аэропорту о местонахождении того или иного предмета. Сообщения приходят в момент пересечения линий действия маяков (айбиконов), расположенных на стенах или в других неприметных местах аэропорта. Когда пассажир включает сигнал Bluetooth на своем мобильном устройстве, маяки позволяют ему идентифицировать пассажира и предоставляют подробные рекомендации по поиску пассажира в аэропорту.

Таким образом, перед нашими аэропортами стоит задача совершенствоваться дальше, чтобы занять лидирующие позиции в области обслуживания пассажиропотока.

Исследование методов прогнозирования спроса на БПЛА на основе нейросетевого моделирования

Нехрест-Бобкова А.А.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Бурдина А.А.
МАИ, Москва
nekhrest93@yandex.ru

В настоящее время инновационным направлением в авиастроении и робототехнике является производство беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Согласно статистике, в современных условиях рынок беспилотных технологий демонстрирует стремительный рост. Область их применения давно вышла за рамки сегмента B2C. Данные обстоятельства стали причиной интереса оборонных заказчиков к БПЛА, что не могло не привлечь на этот рынок большое количество новых поставщиков. Они предлагают не только готовые платформы, но и широкий выбор программного обеспечения, средств коммуникации, разнообразных датчиков и т.д. Спектр применения дронов достаточно широк, однако основная доля рынка (в денежном выражении) — это услуги, оказываемые грузоподъёмными беспилотниками вертикального взлёта и посадки. Основные области их применения: транспортировка грузов в диапазоне 50-200 кг, например эвакуация раненых, пожаротушение, локальная логистика в труднодоступных регионах, аварийное снабжение и авиахимработы (сельское и лесное хозяйство).

Анализ развития БПЛА показал, что данные технические средства постоянно эволюционируют. Новые технологии и инвестиции в этот сегмент приводят к увеличению инновационных разработок в этой области. Отсюда возникла задача оптимизации использования различных технологий и материалов при производстве БПЛА с учетом экспертного мнения, а также прогнозного спроса.

На данный момент изучены такие методы прогнозирования спроса как метод Хольта, ARIMA, CEWMA, ARCH, модели «долгой памяти» и прогнозирование на основе искусственных нейронных сетей, а также анализ рынка БПЛА.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, а также её аппаратная или программная реализация, построенная по принципу, аналогичному организации и функционированию сетей нервных клеток живого организма. ИНС является системой соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров, которые называются искусственными нейронами. Каждый нейрон подобной сети имеет дело только с двумя типами сигналов: входящими, которые он получает на вход, и исходящими, которые он посылает другим нейронам. И тем не менее, соединенные в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, описанные выше процессоры способны выполнять сложные задачи.

Таким образом, в исследовании предлагается использовать нейросетевое моделирование для формирования цен и прогнозирования спроса на БПЛА. Разрабатывается программный продукт для оптимизации производства БПЛА и прогнозирования спроса на них, в основе которого лежит нейросетевая модель.

Виды показателей эффективности в авиационной промышленности

Никифоров А.Е.
МАИ, Москва
artem.nikiforov1997@mail.ru

Общая деятельность предприятий авиационной промышленности и проекты, ими реализуемые, оцениваются понятием "эффективность", которая понимается как степень реализации целей предприятия при минимальных, но необходимых затратах. Это отношение результата деятельности (первая составляющая понятия «эффективность») к затратам на его достижение (вторая составляющая), то есть результат сравнивается с затратами. Эффективность предприятия

определяется в конечном счете финансовым результатом — прибылью или другим финансовым показателем, в соответствии с целями анализа.

Разновидности эффективности можно разделить на два уровня: макроуровень и микроуровень. Макроэкономический и микроэкономический аспекты эффективности производственного предпринимательства тесно связаны и взаимообусловлены, но в то же время имеют и самостоятельное значение. На макроэкономическом уровне экономическая эффективность равна отношению произведённого продукта (ВВП) к затратам минус единица. Также отдельно оценивается и эффективность труда, эффективность капитала и эффективность земли. Если проводить анализ на микроуровне, то необходимо определять эффективность отдельно взятого предприятия или проекта, им реализуемого. В данном случае эффективность экономики предприятия обуславливается большим количеством связанных между собой факторов. Они формируются совместно. Эффективность на микроуровне можно подразделить на три вида: эффективность хозяйственной деятельности, финансовой деятельности и инвестиционной деятельности.

На эффективность деятельности предприятия и проектов, им реализуемых, влияют следующие факторы:

а) внешние: политические, экономические, технологические, социальные и культурные, отраслевая принадлежность предприятия (авиационная промышленность, относящаяся к отрасли машиностроения, имеет свойственные ей индивидуальные особенности, влияющие на показатели эффективности проектов и предприятий);

б) внутренние: состояние имущества и финансовых средств предприятия, уровень трудового потенциала предприятия и система менеджмента, величина, структура расходов в производстве и другие.

Основными показателями эффективности в таком случае являются:

1) рентабельность — это отношение полученной прибыли к капитальным затратам. При анализе этого показателя учитывается специфика деятельности предприятия. Так, у предприятий отрасли самолетостроения наблюдается положительная тенденция: рентабельность активов с 2014 по 2018 г. колебалась в пределах от -4% до -0,1%, а рентабельность продаж от -8,9% до 0,2%;

2) производительность труда – показатель эффективности использования трудовых ресурсов предприятия. Программой развития отрасли запланирован рост данного показателя по самолетостроению с 4794 тыс. руб. в 2018 г. до 14496 тыс. руб. к 2025 г., считаем данные значения показателей завышенными, что подтверждается на практике – предприятия не в силах достичь запланированного уровня;

3) ARR – Account Rate of Return или норма прибыли — рассчитывается как отношение прибыли к основным и оборотным активам. В условиях свободного движения капиталов норма прибыли является регулятором производства. Одновременно она выступает определенным критерием эффективности производственной деятельности;

4) срок окупаемости затрат (статистический и динамический) — определяется соотношением объемов производственных капиталовложений и получаемого в результате этого дополнительного чистого дохода, на практике чаще всего используется динамический срок окупаемости, учитывающий временную стоимость денег. Так, проекты отрасли авиационной промышленности зачастую долгосрочны (превышают 10 лет) и не окупаются за планируемый период;

5) себестоимость — это затраты на изготовление и реализацию товаров, работ и услуг. Она является важнейшим показателем экономической эффективности деятельности предприятия и включает в себя: затраты на сырье и материалы, затраты на заработную плату производственного персонала, амортизационные отчисления, страховые взносы и прочие расходы. Ее снижение является одной из первоочередных задач любого предприятия. От уровня себестоимости зависит сумма прибыли, уровень рентабельности, финансовое состояние предприятия и его платежеспособность;

6) Profitability Index (PI) – это индекс, который демонстрирует отношение отдачи капитала к объему финансовых вложений в проект.

Таким образом, существует широкий спектр разновидностей эффективности. Единого подхода к критериям эффективности нет, ведь существует большое количество субъективных факторов, которые часто остаются без внимания. Выбор конкретного показателя зависит от целей и задач исследования. Наиболее часто применяются на практике такие показатели, как рентабельность активов и продаж — в рамках текущей деятельности, PI — в рамках инвестиционной деятельности. Чем выше соответствующий показатель эффективности, тем больше прибыль. Следовательно, важно рассчитывать продуктивность использования денежных ресурсов, используемых в рамках достижения поставленной цели.

Проблематика финансирования проектов отрасли авиационной промышленности

Новикова А.Л.
МАИ, Москва
norksik@yandex.ru

Авиационная отрасль является одной из ключевых отраслей российской промышленности, она имеет огромное значение и для экономики страны, и для обеспечения национальной безопасности.

Затраты на производство и эксплуатацию авиационной техники высоки. Разработка и выпуск новой авиационной продукции требуют также привлечения большого объема долгосрочных источников финансирования, что является актуальной проблемой. Государством намечена реализация крупных проектов, успешная реализация которых зависит от государственной поддержки и существующих доступных рыночных механизмов финансирования, к которым можно отнести следующие:

1) бюджетное финансирование осуществляется в соответствии с целями и приоритетами государственной политики. Минпромторгом России разработана программа «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы» [1]. В рамках бюджетного кодекса осуществляется ежегодное государственное финансирование авиационной отрасли. Выделяются субсидии для производителей с целью поддержания спроса на российскую продукцию, для лизинговых компаний и перевозчиков. Основные направления бюджетного финансирования — формирование научно-технического задела, создание перспективной авиационной техники и поддержка продаж [2];

2) финансирование за счет собственных финансовых ресурсов – взносов учредителей, накопленной капитализированной прибыли, амортизационного и резервного фондов и т.д. Данные средства ограничены;

3) финансирование посредством инвестиций – средств от продажи акций, средств иностранных инвесторов, прямых вложений денежных фондов международных организаций и т.д.;

4) финансирование за счет заемных средств – получение ссуды, кредита, покупка имущества в лизинг и другие заемные средства.

В настоящее время основной доступной формой из вышеперечисленных является лизинг, выступающий долгосрочным механизмом финансирования проектной деятельности авиационных предприятий. Лизинговая деятельность в России регламентируется следующими нормативными документами: Гражданский кодекс РФ, Налоговый кодекс РФ, Федеральный закон от 29.10.1998 №164-ФЗ «О финансовой аренде (лизинге)». В этом законе содержатся общие положения и правовые основы лизинговых отношений, предусмотрены меры государственной поддержки лизинговой деятельности (предоставление государственных гарантий, финансирование из государственного бюджета) и др.. К преимуществам лизинговой схемы финансирования перед, например, кредитными предложениями относятся:

• получение финансирования на длительные сроки и в больших объемах;

• экономия по налогам (налог на прибыль, на имущество, при лизинговых операциях НДС к возмещению гораздо больше, и др.),

• более гибкие условия расчета графика платежей и возможность его изменения;

• менее жесткие, чем к заемщику при получении кредита, требования к лизингополучателю.

Лизингу присущ и ряд недостатков, которые надо учитывать:

• лизингополучатель не является собственником предмета лизинга;

• использовать предмет лизинга лизингополучатель может строго в соответствии с договором.

Российский рынок лизинговых услуг представлен различными видами компаний:

• государственные лизинговые компании, занимающие ведущие позиции (ВЭБ-лизинг, Сбербанк Лизинг, Ильюшин финанс Ко, ВТБ Лизинг, Росагролизинг и другие). Преимущества – большой объем собственного капитала и доступность дешевых долгосрочных средств государства;

• банковские лизинговые компании (созданы банками или финансовыми группами – Газпромбанк Лизинг, Райффайзен-Лизинг и другие);

• специализированные лизинговые компании (специализируются на лизинге определенного вида имущества: ООО «ТрансФин-М» — лизинг железнодорожного транспорта и другие);

• лизинговые компании, созданные производителями продукции (Фольксваген Груп Финанс, КамАЗ и другие).

Лизинговые компании участвуют в реализации Государственной программы «Лизинговые проекты», направленной на поддержку российских производителей, на поддержку перевооружения и модернизации основных фондов предприятий. Таким образом, лизинговые компании играют важную роль в решении проблемы финансирования проектной деятельности авиационных предприятий.

Список литературы
1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы», утверждена постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 303.
2. Чемерисова А.В. Вопросы финансового обеспечения предприятий авиационной промышленности с учетом характеристик трудового потенциала // Сборник научных трудов междунар. науч.-практ. конф. «Финансовые решения XXI века: теория и практика». СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2016. С. 526.

Развитие инновационных городов в Южной Корее

Павленко Е.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
ekaterina-pavlenko2@rambler.ru

Южная Корея четвертый год подряд, начиная с 2015 г., занимает первое место в рейтинге Bloomberg Innovation Index. Интенсивность научных исследований и разработок, производительность труда, эффективность высшего образования, патентная активность и др. — всё это влияет на развитие инновационной экономики страны.

Для поддержания инновационной системы Южная Корея ежегодно делает крупные инвестиции в развитие человеческих ресурсов и НИОКР. Правительство, со своей стороны, поддерживает все нововведения и разработки.

Основываясь на опыте Японии, корейское правительство приняло в 2007 году специальный закон о создании инновационных городов. Какое место занимают и будут занимать инновационные города в инновационном развитии Южной Кореи?

Инновационные города в Южной Корее находятся на территории или около крупных городов. Их деятельность напрямую связана с деятельностью тех районов и территорий, где они находятся.

Инновационных городов в Южной Корее 10, и каждый имеет свою специализацию и направление деятельности, которое является для него приоритетным. Рассмотрим каждый в отдельности.

1.Коллективный инновационный город Гванджу и Жоннам или « Город инноваций Light City». Здесь сосредоточены национальные энергетические комплексы и специальные зоны R&D. В плане по развитию инновационного города Гванджу и Жоннам корейское правительство сделало упор на поддержку таких компаний, как KPS, KEPCO, Korea Power Exchange.

2. Инновационный город Чонбук. В этом инновационном городе находится национальная академия сельскохозяйственных наук, поэтому он и специализируется на развитии инноваций сельской промышленности, в т.ч. на исследованиях антимикробных препаратов.

3. Инновационный город Тэгу Синсео или «Palgong Inno-Valley» представляет собой «Мекку образовательной и академической промышленности и центр юго-восточного промышленного кластера». Этот инновационный город является центром медицинских разработок и исследований. Здесь находится учебно-промышленный кластер в сфере медицинских и биофармацевтических технологий.

4. Инновационный город Ульсан часто называют городом инноваций дружбы. Основные направления инновационного развития города Ульсан — это машиностроение, тяжёлое машиностроение, автомобилестроение, кораблестроение и нефтеперерабатывающая промышленность. Особенность города — решение экологических проблем.

5. Инновационный город Ганвон-Вонджу. В этом регионе развивается горнодобывающая промышленность, которая представляет большую опасность для жизни и здоровья человека, поэтому специализацией города является развитие медицинской отрасли. Государство планирует культивировать интеллектуальную промышленность здравоохранения, связанную с передовым медицинским оборудованием, и построить «умную» скорую медицинскую помощь.

6. Индустриальный город Чонбук. В данном инновационном городе 69 компаний проводят разработки по использованию и преобразованию солнечной энергии. Создан коммерческий центр, где изучаются причины проявления солнечных ожогов и способы их предотвращения.

7. Инновационный город Кёнбук или «Долина мечты». В этом инновационном городе находится около 880 компаний и 4 научно-исследовательских института, связанные с автомобилестроением. Созданы автомобильные общественные учреждения, такие, как Korea Transportation Safety Corporation и др. Из-за популярности корейского автопрома, среди 10 инновационных городов Южной Кореи скорость развития у Кёнбук самая высокая.

8. Город Кённам провинции Чинджу. Изначально город занимался развитием сельского хозяйства, но в этом году правительство решило организовать в Кённам государственный авиационно-промышленный комплекс, в котором будут сотрудничать 40 компаний-партнеров, в т.ч. Korea Aerospace Industries.

9. Инновационный город Чеджу. Этот инновационный город стал центром инновационных компаний. В нем проводятся многие международные конференции. Правительство поддерживает такие компании, расположенные в Чеджу, как Jeju Convention View, Jeju Convention Center, и развивает сферу MICE.

10. Инновационный город Пусан. Город примыкает к морю, что делает его главным центром исследования морских глубин. Здесь находятся Национальный океанографический научно-исследовательский институт и Институт океанологии и технологий в такой сфере, как новая высокотехнологичная морская промышленность.

На данный момент все инновационные города находятся в процессе развития и роста. В 2018 году корейское правительство инвестировало в развитие инновационных городов около 4,31 трлн вон, что свидетельствует о развитии данных территорий. Такая инновационная политика позволяет Южной Корее занимать высокие места в международных рейтингах и поддерживать высокий уровень научно-исследовательских достижений.

Развитие стандартов сетей пятого поколения

Павлов Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
РУТ (МИИТ), Москва
d.pavlov95@bk.ru

Сегодня телекоммуникационная отрасль в России и во всем мире стоит на пороге внедрения нового, пятого поколения мобильной связи. 5G даст толчок развитию не только телекоммуникационной, но и другим отраслям экономики.

Главное отличие 5G от предыдущих поколений — огромная (свыше 10 Гбит/с) скорость передачи данных, а соответственно, и отклика. Задержка сигнала в 5G будет снижена всего до 1 мс, притом что в 4G она составляет 10 мс, а в 3G — все 100 мс. 5G обеспечит максимальную надежность сети, минимальную задержку сигнала, возможность массового подключения различных «умных» устройств со своими конкретными задачами и бесперебойность их взаимодействия.

О потенциальных методх, которые помогут решить вопросы внедрения сети 5G, можно сказать, что речь идет о прорывных технологиях:

• работы в диапозоне волн (30–300 ГГц);

• более плотное расположение башенных станций;

• применение полнодуплексного режима (башенная станция принимает в одной частотной полосе и передаёт информацию от разных устройств);

• формирование узких диаграмм направленности в приемных и передающих устройствах, применение многоканальных антенных систем MIMO.

Поменяется и сам принцип организации каналов связи. Системы второго и третьего поколения допускали только канал «БС – абонентское устройство», в системах 4G появилась возможность прямой связи между БС, а в контексте 5G можно говорить о непосредственной связи устройство—устройство. Претерпит радикальное изменение сама концепция соты. Это уже не что-то фиксированное – сейчас говорят о виртуальных сотах, о распределенных и гибких сотах, о динамически изменяющихся и даже мобильных сотах. Изменяются принципы управления сетью. Часть функций децентрализуется, часть переносится в облако.

Сейчас уже можно выделить ключевые тренды, которые формируют стратегию разветвления сетей 5G:

1) использование широкого спектра радиочастот;

2) новые высокоэффективные технологии передачи радиосигнала;

3) развитие технологий мобильной сети, позволяющих существенно оптимизировать капитальные вложения и стоимость владения сетью;

4) эволюционное развитие 5G на базе мультистандартных сетей 4G/5G.

Сейчас мир ищет подходы к реализации 5G, рождающие новые идеи, которые, в свою очередь, могут лечь в основу концепций сети шестого поколения связи. Сеть 5G должна обеспечивать доступ к данным везде и всегда, всем людям и каждому устройству.

Список литературы
1. Вишневский В., Фролов С., Шахнович И. Радиорелейные линии связи в миллиметровом диапазоне: новые горизонты скоростей // Электроника: НТБ. 2011. №1. С. 90–97.
2. Тихвинский В., Бочечка Г. Перспективы миллиметрового диапазона для 5G в России // Первая миля. 2014. №2. С. 36–39.

Анализ инвестиционной привлекательности предприятия авиационной отрасли

Паршина П.В.
Научный руководитель — профессор, Бурдина А.А.
МАИ, Москва
pparshina1@yandex.ru

Промышленные предприятия авиационной отрасли относятся к категории стратегических, системозначимых предприятий с высоким инвестиционным риском, так как они связаны с разработкой и производством высокотехнологичных инновационных изделий. Ежегодно в авиационной отрасли разрабатывается большое количество инвестиционных проектов, которые требуют финансирования. Инвесторами для таких предприятий выступают: банки, венчурные фонды. Кроме того, для финансирования авиационных проектов используются бюджетные средства. Перечисленные обстоятельства обосновывают актуальность исследования вопросов анализа инвестиционной привлекательности предприятий авиационной отрасли.

Оценка инвестиционной привлекательности предприятий авиационной отрасли является одной из важнейших и ответственных задач, так как она непосредственно связана со снижением риска финансовых потерь государства и других инвесторов. Организация качественного и поточного процесса анализа инвестиционной привлекательности также позволяет создать необходимые условия для качественного обслуживания клиентов банка, обращающихся в банк по вопросу кредитования. Анализ нормативно-правового обеспечения процесса анализа инвестиционной привлекательности предприятий (218-ФЗ, 590-П и др) показывает необходимость совершенствования механизмов и методик анализа инвестиционной привлекательности предприятий авиационной отрасли.

Особое внимание необходимо уделять прогнозным и аналитическим технологиям в кредитном процессе. В частности, каждый коммерческий банк разрабатывает методику анализа конкретного заемщика для принятия решения, определяя круг оценок и обстоятельств, от которых зависит применяемый комплекс источников информации и приемов оценки. Сложность для инвесторов состоит в том, что одна и та же методика не подойдет для анализа инвестиционной привлекательности предприятий авиационной отрасли, коммерческого предприятия и государственного учреждения, а тем более субъекта федерации или частного лица. Необходимо учитывать стратегическую значимость проектов при анализе инвестиционной привлекательности предприятий авиационной отрасли.

Таким образом, возникает проблема анализа обоснования использования денежных средств, выделенных государством и другими инвесторами в крупных размерах и направленных на финансирование системно-значимых проектов предприятий авиационной отрасли.

Методы оценки уровня морального старения боевой авиационной техники на примере семейства десантно-транспортных вертолетов

Перекатов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Чернышева Г.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
vvpere@rambler.ru

Ускорение темпов научно-технического прогресса в условиях вовлечения РФ в гонку вооружений приводит к необходимости повышения интенсивности усовершенствований боевой авиационной техники (БАТ).

Усовершенствования боевой авиационной техники приводят к моральному устареванию образцов, которые находятся в войсковой эксплуатации.

Большой ресурс использования БАТ, с одной стороны, и повышение требований к уровню ее боеспособности в связи с усовершенствованием авиационной техники у потенциальных противников, с другой стороны, вызывают необходимость замены морально устаревших образцов, стоящих на вооружении, либо их модернизации.

Поэтому при обосновании целесообразности создания новой или модернизации существующей боевой авиационной техники, помимо оценки военно-экономической эффективности, подтверждающей финансовую состоятельность мероприятий по усовершенствованию, необходимо оценивать уровень технического совершенства, или уровень преодоления морального старения. В настоящий момент в литературных источников нет подходов в оценке уровня морального старения существующей боевой авиационной техники по сравнению с создаваемой новой или модернизируемой. Данное обстоятельство свидетельствует об актуальности формирования методики оценки морального старения боевой авиационной техники.

Под моральным старением авторы понимают процесс устаревания и обесценивания объектов боевой авиационной техники, находящихся в эксплуатации, в результате появления более совершенных по тактико-техническим характеристикам, определяющих эффективность боевого применения или требующих меньших затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Оцениваемыми показателями морального старения в разработанной авторами методике были функциональные, эргономические, технологические, показатели, а также показатели надежности и долговечности, то есть система показателей, характеризующих техническое совершенство.

Разработанная методика была апробирована для оценки степени морального старения семейства десантно-транспортных вертолетов КБ им. М.Л. Миля

Оценка уровня морального старения проводилась как на основе индивидуальных показателей технического совершенства, на основе показателя темпа прироста, так и с использованием совокупности показателей с использованием методов многомерных сравнений. Отбор показателей, оказывающих наиболее существенное влияние на степень морального старения, проводился с использованием метода иерархий.

Как показали выполненные расчеты, темпы преодоления морального старения при усовершенствовании десантно-транспортных вертолетов семейства КБ им. М.Л. Миля возрастают.

Разработанная методика носит универсальный характер, так как может быть использована для оценки уровня морального старения любых образцов боевой авиационной техники. Использование методики в военно-экономическом обосновании вариантов усовершенствования боевой авиационной техники позволяет ранжировать варианты не только по величине военно-экономического эффекта, но и по уровню преодоления морального старения.

Управление цепями поставок в условиях стратегического взаимодействия

Перушкин С.И.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Суркова Е.В.
МАИ, Москва
ya-perushkin@ya.ru

В современной экономической среде планирование логистических цепей имеет большое значение для любой деятельности предприятия. Эффективность деятельности предприятия, впрочем, как и всей цепи поставок, в первую очередь обусловлена синхронными и скоординированными действиями всех контрагентов. В связи с этим встает вопрос о согласованном планировании совместной деятельности звеньев в масштабе цепи поставок и развития в целом.

На начальном этапе исследования проводился анализ управления цепями поставок и роли интегрированного планирования в контуре управления.

Были выделены основополагающие принципы стратегического планирования цепей поставок и экономической оценки планов:

1. Основные понятия стратегического планирования цепей поставок:

• Определение миссии.
• Формулирование концепции.
• Определение ключевой цели и задачи цепи поставок.

2. Экономическая оценка планов:

• Эффективность цепи поставок.
• Сроки поставок и эффективность участников цепи поставок.

Проводился анализ рынка товарной продукции и деятельности предприятия на этом рынке. Разработаны рекомендации по увеличению продуктивности работы предприятия по вышеперечисленным критериям, по улучшению действующей логистической цепи и повышению ее продуктивности.

Список литературы
1. Перушкин С.И., Суркова Е.В. Планирование затрат в цепи поставок авиационных комплектующих // Авиация и космонавтика-2018. Тезисы 17-й Международной конференции. С. 682-683.
2. Перушкин С.И. Интегрированный подход в управлении цепями поставок авиационных комплектующих // Наука. Промышленность. Оборона. Труды XIX Всероссийской научно-технической конференции. Новосибирск, 2018.

Совершенствование организационно-экономического обеспечения создания распределенных систем авиационной техники

Петлинская Т.В.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Давыдов А.Д.
МАИ, Москва
petlinscaia96@mail.ru

В настоящее время все более широкое распространение получает практика создания сложных технических систем как помодульно распределенных систем. Такая практика в различных интерпретациях используется во многих областях: в кораблестроении, в машиностроении, в авиастроении при разработке различных систем авиационной техники (АТ). Создание систем АТ как помодульно распределенных систем имеет большой технико-экономический потенциал при создании и эксплуатации современных высокотехнологичных комплексов. Основой этого потенциала является возможность демпфировать такие значимые факторы развития, как высокие темпы создания новаций, большая ресурсоемкость, необходимость адаптации к требованиям заказчиков.

Реализация такого потенциала требует совершенствования организационно-экономического сопровождения. Эффективность создания и использования современных систем АТ обусловлена не только их планируемыми тактико-техническими характеристиками, но и институциональным устройством организационно-экономической среды.

В данном контексте институциональный анализ является перспективным инструментом в изучении создания и эксплуатации распределенных систем АТ, позволяющим выявить сильные и слабые стороны организационной, производственной и экономической составляющих, которые объективно отражаются на тактико-технических характеристиках систем АТ.

Здесь значимой является организация российского ВПК и институтов, участвующих в производстве высокотехнологичных систем АТ (ОАК, ОДК, ТРВ). В этом контексте проведен анализ организационных форм предприятий и организаций, их состава и структур, проведены исследования экономических составляющих, дана оценка степени коммуникаций и скоординированного взаимодействия научных подразделений с ведущими генеральными конструкторами. Рассмотрены вопросы управления в разукрупненных управленческих коллективах, а также вопросы логистики и безопасности. Представлены институциональные достоинства и уязвимости, связанные с децентрализацией системы управления, отражающие особенности и специфику создания и эксплуатации распределенных систем АТ. Применение институционального анализа дает возможность развития организационно-экономического обеспечения создания помодульно распределенных систем АТ.

Доклад подготовлен при финансовой поддержке РФФИ. Проект 17-06-00235.

Особенности формирования цены на поставку железорудного сырья

Потак А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Суркова Е.В.
МАИ, Москва
lika_potak@mail.ru

Продукция чёрной металлургии занимает особое место на рынке главных неэнергетических сырьевых товаров. Металлургическая промышленность Российской Федерации – одна из самых ресурсоёмких. В издержках производства высоки доли расхода на электроэнергию, природный газ и железнодорожные перевозки. Так, на металлургию приходится 21% грузовых перевозок в стране, что делает данную отрасль крайне зависимой от ценовой политики естественных монополистов. Вдобавок к этому, уровень цен на железорудное сырьё подвержен переменам на мировом рынке в связи с изменением себестоимости добычи в Китае и курса валют.

Таким образом, целью данного исследования было выявить основные особенности формирования цены на поставку железорудного сырья в России.

В ходе исследования был детально изучен рынок железорудного сырья и выявлены основные отечественные производители, а также проведён анализ договоров на поставку железорудного концентрата и окатышей в рамках антимонопольного регулирования.

Оценка конкурентной среды на российском рынке, а также анализ количественных показателей позволяют дать краткую характеристику формирования цены на поставку железорудного концентрата и окатышей:

• Цена перевозки товара устанавливается на условиях поставки согласно Инкотермс-2010 в рублях РФ за 1 тонну.

• Цена товара определяется ежемесячно, исходя из изменения цен рудной мелочи (Fines) с базовым содержанием железа Fe-62% на базисе поставки CFR Китай.

• При повышении/снижении фактического содержания Fe в поставляемом товаре от базового содержания железа применяется приплата/скидка к цене за каждый процент и пропорционально за доли процента отклонения содержания железа.

Результатом данного исследования является сводное графическое представление аналитических данных, касающихся цен на железорудное сырьё и конкурирующих на рынке отечественных производителей, а также аналитическое заключение, отражающее преимущества использования расчёта справедливой цены на поставку железорудного сырья.

Российский венчурный бизнес и его роль в формировании экономики знаний

Рулева В.Г., Зиновьева Е.М.
Научный руководитель — доцент, Еременская Л.И.
МАИ, Ступино
vika.ruleva@mail.ru

Формирование инновационно-ориентированной модели экономики будет являться действенным механизмом для осуществления экономического роста страны, укрепления научно-производственного потенциала, повышения уровня технологической конкурентоспособности государства на мировом рынке.

Актуальность темы научного исследования обусловлена тем, что в настоящее время руководством нашей страны взят путь на модернизацию экономики, целью которой является плановый переход страны на инновационную экономику, то есть экономику знаний. Россия рассматривает разработку и внедрение информационных технологий как необходимую основу обеспечения экономического роста.

Венчурный бизнес (венчурное финансирование) – это форма прямого инвестирования в малые и средние предприятия, основной деятельностью которых является проведение опытно-конструкторских исследований и разработка новых наукоемких идей, применимых на практике. То есть, иными словами, это фирмы или компании, занимающиеся реализацией рискованных бизнес-проектов.

Ожидания, связанные с венчурным инвестированием, направлены на то, что в дальнейшем выбранный стартап сможет захватить широкий сегмент рынка или даже стать монополистом в заявленной сфере деятельности, к которой принадлежит данная компания.

В последние годы наиболее привлекательными для венчурных инвесторов сферами являются высокотехнологичный сектор ИКТ, отрасли в области телекоммуникаций и компьютеров, сектор промышленного производства, сектор биотехнологий и медицины.

В ходе проведенного анализа влияния венчурных инвестиций на экономику знаний в РФ были выявлены основные направления венчурных инвестиций по сферам деятельности, а также проведен территориальный анализ инвестиций.

В основных сферах деятельности за 2018 год лидируют медицина и здравоохранение, информационные технологии, энергетика и электроника, промышленное производство и телекоммуникации, строительство и страхование. Что касается территориального распределения инвестиций, то лидирующие позиции занимает Центральный округ. В Северо-Западном округе инвестиции вкладываются в основном в энергетику и промышленное оборудование. Южный округ вкладывает инвестиции в транспорт, строительство и сельское хозяйство.

В работе было проанализированы сферы, в которые будут вкладываться венчурные инвестиции в 2019 году.

Ряд венчурных фондов присматриваются к проектам, реализующим новые продукты и приложения для смартфонов в области криптовалютных экосистем и работающим на криптографических сетях.

Стартапы в медиасегменте за последние несколько лет привлекли немалые суммы инвестиций. Внимание венчурных инвесторов переместилось на проекты, которые подразумевают формирование выручки от платных подписок. Инвесторы рассматривают проекты, комбинирующие рекламную модель с подписной.

При развитии беспилотного транспорта должно значительно уменьшиться количество машин на дорогах в крупных городах, в результате чего появится много пустующих мест, где раньше располагались парковки. На их месте могут возникнуть склады, жилье, парки и спортивные объекты, модульные помещения.

Искусственный интеллект сохранит свою популярность в 2019 году. Однако инвесторы будут искать идеи, которые можно применить в бизнесе. Технологии обращают на себя внимание инвесторов, а некоторые из них заинтересованы в более экзотических стартапах. Примером служит проект, нацеленный на решение, позволяющее людям общаться с животными.

По распоряжению Правительства РФ до конца 2019 года должны быть принята стратегия развития венчурного рынка России. За ее создание ответственно Министерство экономического развития при содействии РВК.

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение в финансовой сфере

Сафронов К.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Николенко Т.Ю.
МАИ, Москва
c.safronov2012@yandex.ru

В настоящее время ИИ и машинное обучение имеют широкий спектр применения, в связи с чем многие организации вскоре могут способствовать их массовому внедрению, в том числе и в сфере финансов. Однако вместе с этим возникает необходимость рассматривать последствия использования данной технологии для финансовой стабильности предприятий. Обязательно должен проводиться предварительный анализ, а события, происходящие в области применения такой технологии, должны тщательно контролироваться.

Варианты использования ИИ и машинного обучения уже имеются. Это обусловлено как предложениями, такими, как технологический прогресс, доступность данных и инфраструктуры финансового сектора, так и спросом, таким, как потребность в высокой прибыли, снижении издержек в области финансов, конкуренция с другими фирмами и требования финансового регулирования. Ниже приведены некоторые варианты использования ИИ и машинного обучения:

• Финансовые учреждения и поставщики могут использовать методы ИИ и машинного обучения для автоматизации оценки кредитного качества, определения цен, а также взаимодействия с клиентом.

• Хедж-фонды, брокеры, дилеры и другие фирмы имеют возможность применения ИИ и машинного обучения в поисках «сигналов» для более высокой доходности формируемого портфеля, а также для оптимизации торговых сделок.

• Как государственные, так и частные учреждения могут использовать эти технологии для контроля, наблюдения, оценки качества предоставленных данных, обнаружения фактов мошенничества.

В рамках заявления Совета по финансовой стабильности (ФСБ), являющегося международным органом, который дает рекомендации относительно глобальной финансовой системы, были выявлены потенциальные преимущества ИИ и машинного обучения в сфере финансов, а также риски для финансовой стабильности, которые должны контролироваться по мере принятия такой технологии.

Среди преимуществ выделяют более эффективную обработку информации, связанную с принятием кредитных решений, с финансовыми рынками, договорами страхования и взаимодействием с клиентами. Но в то же время сетевые эффекты и масштабируемость такой технологии может в будущем породить сторонние зависимости.

Применение ИИ и машинного обучения может также привести к новым и неожиданным формам взаимосвязи финансовых рынков и институтов, например по причине использования различными учреждениями ранее не связанных источников данных.

Отсутствие интерпретируемости или «аудируемости» ИИ и методов машинного обучения может стать «макроуровневым» риском. Точно так же широкое использование непрозрачных моделей может привести к непредвиденным последствиям.

Как и в случае любого нового продукта или услуги, существуют важные вопросы, связанные с управлением рисками и надзором. Будет важно оценить использование ИИ и машинного обучения с

учетом их рисков, включая соблюдение соответствующих протоколов о конфиденциальности данных, рисках поведения и кибербезопасности. Адекватное тестирование и «обучение» инструментов с использованием объективных данных и механизмов обратной связи очень важно для того, чтобы данная технология выполняла то, для чего она предназначена.

Таким образом, применение искусственного интеллекта и машинного обучения можно считать перспективным, если должным образом управлять их специфическими рисками.

Финансирование малого бизнеса в системе инвестиционных методов

Семина А.П.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Тихонов Г.В.
МАИ, Москва
semina-nasty@mail.ru

Существуют три вида финансовых ресурсов: собственные средства, заемные средства и инвестиции. Существуют две формы финансирования: прямые и косвенные. К прямым формам относятся: банковские кредиты, государственные субсидии, накопленная чистая прибыль предприятия. К косвенным формам относиться: лизинг, факторинг, интеграция, кооперация.

Традиционные методики финансирования малого бизнеса, используемые российскими банками, совершенно не учитывают характер малого бизнеса, в особенности практически исключают возможность кредитования малого бизнеса. Малый бизнес сложнее кредитовать,чем средний или крупный, т.к. банк не может адекватно оценить способность малых предприятий вовремя и в полном объеме расплачиваться по кредитам, вследствие чего малому бизнесу намного сложнее функционировать на рынке. К примеру, банки выдают небольшие суммы малому бизнесу под более высокие проценты.

Необходимо создать другие методики кредитования бизнеса, которые позволили бы малому бизнесу претендовать на финансирование и, кроме того, давали бы возможность банку выбрать тех заемщиков, которые приносили бы ему прибыль.

Условно можно говорить о том, что наша методика применима к малым предприятиям со штатной численностью работников не более 35 человек. В данной статье термин «предприятие» подразумевает зарегистрированный в законном порядке бизнес, т.е. методика применима к частным предпринимателям без образования юридического лица. При этом метод работы с юридическими лицами и с частными одинаков.

Малый бизнес испытывает нехватку оборотных средств как в процессе своего развития, так и в процессе текущей деятельности. В основном, предприятие работает с наличными деньгами.

Наша методика предусматривает метод погашения кредитов каждый месяц равными долями. В следующий месяц заемщик выплачивает все большую сумму основного долга и меньшую сумму процентов.

Такой метод удобен для банка тем, что он снижает риски неуплаты кредита. Для клиента является преимуществом то, что нет необходимости накапливать средства для единовременного возврата. Используя данный метод, заемщик может стабильно развивать свой бизнес и не бояться риска банкротства.

Список литературы

1. Тихонов Г.В. Современное развитие малых и средних предприятий в отечественной промышленности: Монография – М.: МАИ, 168с.. 500 экз.. 2016.

2. Тихонов Г.В., Грачев Н.Н. Методика кредитования микропредприятий как эшелона экономической динамики в современных условиях // Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. Прага, том 4 // Гл.ред. С.У. Увайсов; Отв. ред. И.Л. Иванов. М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013, 448 с.

3. Труды Вольного экономического общества России // Вольное экономическое общество России URL: http://veorus.ru/upload/iblock/d97/179_veor.pdf (дата обращения: 23.02.2019).

Применение методики оценки стоимости жизненного цикла высокотехнологичного проекта или изделия в условиях высокой динамики изменения окружающей среды

Сикриер А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Опрышко Н.В.
МАИ, Москва
angel08_1994@mail.ru

В условиях ускоренного темпа роста экономики и повсеместного применения средств автоматизации, оперативный и качественный анализ жизненного цикла высокотехнологичного проекта или изделия требует разработки новых методик, ориентированных на высокую динамику изменения среды.

В рамках решения данной задачи предложено использование новой методики CADIS.

Данная методика учитывает, как изменчивость внутренней среды предприятия и состояния отрасли, так и нестабильность внешней среды в целом.

Ключевым принципом предложенной методики является не просто оценка статичного состояния проекта или изделия, а получение оценки стоимости жизненного цикла и сохранение полученного результата за счет отслеживания и прогнозирования ситуации, а также учета возможного диапазона изменений.

На основе применения данной методики выявляются ключевые параметры проекта, факторы, влияющие на изменение этих параметров, а также границы изменения и степень взаимной корреляции выявленных факторов. На основе этой информации генерируются возможные поправки, позволяющих компенсировать изменения ключевых параметров.

Одной из особенностей предложенной методики является возможность использования технологии Big Data для ведения учета и анализа больших массивов статистических данных.

Таким образом, использование данной методики позволяет получить не только качественный анализ на начальных стадиях жизненного цикла, но и набор возможных поправок, гарантирующих достижение поставленной цели в условиях изменения среды.

Анализ целей, задач, результатов реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013 – 2025 годы»

Тен А.Ч.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Бурдина А.А.
МАИ, Москва
ten.a@mail.ru

Основной целью государственной программы «Развития авиационной промышленности на 2013 — 2025 годы» является создание конкурентоспособной авиационной техники отечественного производства для удовлетворения потребностей внутрироссийских перевозок с увеличением объема валовой добавленной стоимости в отрасли авиастроения в 3,5 раза по отношению к 2013 году. Данная программа является частью программного блока госпрограмм в области инновационного развития и модернизация экономики.

Задачи: содействие разработке и продвижению отечественной авиационной техники отрасли самолетостроения; содействие разработке и продвижению отечественной авиационной техники отрасли вертолетостроения; содействие разработке и продвижению отечественной авиационной техники отрасли авиационного двигателестроения; содействие разработке и продвижению отечественной авиационной техники отрасли авиационных агрегатов и приборов; содействие формированию непрерывно обновляемого опережающего научно-технического задела.

В качестве результатов реализации Программы можно выделить формирование условий для массового появления новых инновационных компаний во всех секторах экономики, и в первую очередь в сфере экономики знаний; создание разветвленной транспортной сети, обеспечивающей высокий уровень межрегиональной интеграции и территориальной мобильности населения; укрепление позиций России в интеграционных процессах на евразийском пространстве; поддержание сбалансированных многовекторных экономических отношений с европейскими, азиатскими, американскими и африканскими экономическими партнерами; создание конкурентоспособной экономики знаний и высоких технологий.

Анализ результатов реализации Программы предлагается проводить с использованием системы показателей. Однако проведённое исследование не выявило методик определения комплексных показателей, позволяющих обосновать эффективность реализации государственной программы

"Развитие авиационной промышленности на 2013 – 2025 годы". Анализ приводит к выводу о необходимости разработки методики оценки эффективности «содействия разработке и продвижению авиационной техники самолетостроения, вертолетостроения, двигателестроения, авиационных агрегатов и приборов», а также методики оценки «комплексного развития отрасли».

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 303

"Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие авиационной промышленности на 2013 — 2025 годы"

2. https://programs.gov.ru/Portal/

3. http://programs.gov.ru/Portal/programs/passport/17

4. Comprehensive method of analyzing the investment potential of industrial enterprises Burdina A.A., Kaloshina M.N., Chizhik A.S. Academy of strategic management journal. 2017. т. 16. № special issue 2.

5. Mechanism to analyze economic reliability of the innovational potential of aircraft enterprises Troshin A.N., Burdina A.A., Moskvicheva N.V., Nikulina E.N., Tarasova E.V., Rogulenko T.M.

International Journal of Applied Business and Economic Research. 2016. Т. 14. № 15. С. 11045-11063.

6. Бурдина А.А., Москвичева Н.В., Мелик-Асланова Н.О.Исследование вопросов оценки эффективности лизинга авиационной техники и оборудования // Российский экономический интернет-журнал. 2018. № 2. С. 11.

7. Бурдина А.А., Москвичева Н.В. Проблемы формирования, наращивания и реализации инновационного, инвестиционного и интеллектуального потенциала предприятий авиационной промышленности в современных и прогнозируемых социально-экономических условиях // Вестник МГТУ Станкин. 2018. № 1 (44). С. 121-128.

8. Тен А.Ч., Бурдина А.А. Анализ показателей государственной подпрограммы «Самолетостроение» // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: проблемы, пути решения: Материалы.

Инновационный путь повышения квалификации научных кадров

Тихонов А.В.
МАИ, Москва
8tat@mail.ru

Повышение квалификации научных кадров всегда являлось важнейшей государственной задачей. Эта задача приобрела особую актуальность в свете событий, происходивших в нашей стране в 90-е годы прошлого столетия. В результате этих событий резко усилился отъезд опытных специалистов за рубеж, увеличился средний возраст научных сотрудников. Отмеченные процессы коснулись и Научно-исследовательского института систем управления (далее — Институт), с которым автору пришлось взаимодействовать. Это потребовало увеличения внимания к деятельности, направленной на повышение квалификации научных кадров, и в первую очередь молодых специалистов Института.

Опыт научной деятельности в нашей стране последних двух десятилетий показал, что одним из наиболее эффективных путей привлечения молодых научных кадров, является конкурсная деятельность Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ). Участие в конкурсе РФФИ престижно, способствует повышению квалификации молодых специалистов и обеспечивает материальную поддержку самих молодых ученых. Для совершенствования управления процессом участия молодых специалистов Института в конкурсе РФФИ был выбран подход, опирающийся на концепцию бережливого производства. Для достижения поставленной цели в исследовании были поставлены и решены следующие задачи:

• – проанализировать процесс подготовки молодых специалистов Института к участию в конкурсе РФФИ и выявить основные потери на всех его стадиях;

• – разработать план улучшения процесса с использованием инструментов бережливого производства;

• – предложить рекомендации по сокращению потерь.

Работа была возложена на Сектор научных исследований молодых специалистов (СНИМС), основной деятельностью которого является привлечение и подготовка молодых специалистов к участию в организационно-творческих научных мероприятиях. Комплекс организационных мероприятий представляет собой сложный процесс, требующий больших временных и материальных затрат сотрудников, и в первую очередь, сотрудников СНИМС. Минимизация этих затрат позволит повысить результативность процесса подготовки и участия в Конкурсе РФФИ.

Анализ процесса показал, что около 30% общего времени приходится на работы, выполняемые с участием руководства Института, без которого в ряде случаев можно обойтись. В связи с этим было отмечено, что сложившийся в Институте в течение нескольких лет процесс подготовки и подачи заявок чреват существенными потерями, которые по терминологии «бережливого производства» классифицируются как «перепроизводство». В результате исследования были также определены конкретные виды потерь, относящиеся к работам рассматриваемого процесса, и оценены их возможные причины. Так, получено, что всего работ, включающих потери, 19, это составляет примерно 40% от всех работ процесса. При этом более 80% всех потерь приходится на «простои» и «излишнюю обработку» (по терминалогии «бережливого производства»).

В итоге проведенного анализа разработан план структурного улучшения процесса, который включал:

• поиск возможности эффективной перестройки (корректировки) процесса;

• выбор инструментов бережливого производства, которые в наибольшей степени пригодны для сокращения потерь процесса.

В результате корректировки процесса подготовки участия молодых специалистов Института в конкурсе РФФИ удалось сократить продолжительность работ с 22 до 19 часов, при этом рабочие контакты с руководством сокращены примерно вдвое (с 6 до 3 часов). При выборе инструментов бережливого производства для сокращения потерь представленного процесса акцент был сделан на двух из них: системе Канбан и Бережливом документообороте. При использовании выбранных инструментов бережливого производства суммарное уменьшение временных потерь во всем процессе подготовки молодых специалистов Института в конкурсе РФФИ составило около 6 часов. В итоге, общее уменьшение потерь в процессе подготовки участия молодых специалистов в конкурсе РФФИ составило 9 часов.

Таким образом, использование инструментов бережливого производства позволило существенно сократить временные потери, а также вызвало интерес и повысило активность сотрудников при проведении конкурса РФФИ.

Экономическая рентабельность добычи полезных ископаемых на астероидах

Хамадов Р.Р., Карлов А.А.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
rus.ru97@mail.ru

На сегодняшний день обнаружено более 750 000 астероидов. Большинство из них находятся в главном поясе астероидов между Марсом и Юпитером. Они располагаются слишком далеко, чтобы считать их потенциальными объектами добычи. Вместо этого мы должны сосредоточиться на околоземных астероидах, что сужает поиск приблизительно до 17 000 целей. После этого необходимо провести спутниковые наблюдения с помощью телескопа и спектрографических приборов.

Спектрограф анализирует солнечный свет, отраженный от поверхности астероида, разбивая его по длине волны. Это позволяет нам определить состав поверхности астероида. Например, если свет от астероида имеет красноватый оттенок, это говорит о наличии скоплений железа и никеля на поверхности. Платина обычно добывается в таких же рудных скоплениях на Земле, поэтому мы можно предположить, что она может присутствовать и на астероидах. Однако мы можем анализировать только то, как свет взаимодействует с поверхностью астероида, но не внутри него. А поверхность может быть изменена в результате столкновений с другими объектами Солнечной системы или от воздействия радиации.

Для выбора астероида необходимо выяснить размер и концентрацию ценного и широко используемого металла. Стоимость добычи астероида должна составить 1 миллиард долларов. Чтобы добыча была экономически рентабельна, астероид должен иметь диаметр более 1 км, концентрация платины должна быть не менее 1/100000, а скорость астероида относительно скорости Земли менее 4,5 километров в секунду.

После теоретической оценки, основанной на теории вероятностей и математической статистике, можем предположить, что 4% околоземных астероидов являются металлическими. Принимая во внимание эти сведения, можно сделать вывод, что добыча около 600 астероидов будет экономически выгодными.

Наряду с техническими проблемами, в настоящее время существует обеспокоенность по поводу правовых последствий этой растущей отрасли, учитывая отсутствие законов и нормативных актов, регулирующих международный характер освоения космоса. В Организации Объединенных Наций

имеется "Договор по космосу", подписанный 106 странами. Это обеспечивает основу для управления космической деятельностью, но не представляет собой необходимого подробного законодательства.

Перспектива добычи астероидов поможет привлечь финансирование и ускорить развитие науки в космической сфере. Будут разработаны новые измерительные средства и инженерные технологии для решения практических задач по добыче полезных ископаемых на астероидах. А подробная база данных о составе астероидов предоставит информацию о формировании и эволюции нашей Солнечной системы.

Анализ методологий управления денежными средствами

Шаталова Е.Л.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Калошина М.Н.
МАИ, Москва
lena.shatalova.96@mail.ru

Эффективное управление денежными средствами особенно важно для представителей малого и среднего бизнеса. В данной работе представлены алгоритмы действий согласно моделям, описанным ниже.

Одной из классических моделей управления денежными потоками является статистическая модель Миллера—Орра, которая основана на стохастическом характере движения денежных средств. Колебания величины остатка денежных средств на счете ограничиваются максимальным и минимальным уровнем. Достижение максимальной границы свидетельствует об избытке свободных денежных средств, которые не являются источником дохода, а следовательно, должны быть инвестированы, согласно модели, в ликвидные ценные бумаги. Достижение минимальной границы говорит о недостатке денежных средств, который можно ликвидировать с помощью продажи ценных бумаг.

Модель Стоуна отличается от модели Миллера—Орра тем, что требуется спрогнозировать движение денежных средств на краткосрочный период. Данная особенность позволяет минимизировать затраты на ненужную конвертацию ценных бумаг в том случае, если в ближайшем будущем ожидается расходование денежных средств.

Еще одна из основополагающих моделей управления денежными потоками — модель Баумоля – способ определения остатка денежных средств на предприятии с условием сохранения его платежеспособности. Согласно этой модели, на начало работы у предприятия есть максимальная сумма денежных средств, которую оно постепенно расходует. На все денежные поступления компания покупает краткосрочные ценные бумаги, а когда запас денежных средств опускается до минимума (нуля), предприятие начинает продавать ценные бумаги, чтобы восполнить запас денежных средств.

Таким образом, изменения законодательства, банковский кризис, увеличение налогов, нестабильность курсов валют могут привести к недостатку денежных средств на счете, что будет служить индикатором неплатежеспособности для многих контрагентов. В результате, данная ситуация грозит прекращением ведения основной деятельности и, в дальнейшем, банкротством. Избежать подобного исхода поможет использование методик управления денежными средствами. Описанные механизмы помогут компании поддерживать финансовую устойчивость и гибкость в процессе финансово-хозяйственной деятельности.

Секция №9.5 Философские, историко-политические и социально-гуманитарные проблемы аэрокосмической деятельности

Французская авиация: вчера, сегодня, завтра

Беляева М.Д.
Научный руководитель — доцент Ременникова И.А.
МАИ, Москва
belaevamaria68@gmail.com

На протяжении всей истории развития авиации Франция была одной из лидирующих стран в этой сфере. Десятки открытий, множество сконструированных самолетов и известных летчиков-испытателей – все это способствовало тому, чтобы Франция стала известна как колыбель авиастроения. Проследим, как развивалась авиация во Франции и какие у неё есть перспективы в будущем.

Начало французской авиационной промышленности было положено в 1905 году. Именно тогда был построен первый в мире авиационный завод братьев Чарльза и Габриеля Вуазен. Через три года, в 1908 году, Анри Фарман совершил первый полёт дальностью один километр по замкнутому маршруту, а еще через год Луи Блерио впервые пересёк Ла-Манш.

Во время Первой мировой войны Франция показала себя как военная держава, обладающая мощным оружием – военными самолетами. За все время войны страна смогла выпустить более 67892 самолётов и 85316 авиадвигателей. Позже Франция начала сдавать лидирующие позиции, уступив их Великобритании, Германии и США. Однако, несмотря на это, к началу Второй мировой войны французские военные самолёты в целом практически не уступали самым лучшим образцам авиационной техники.

И сегодня Франция остаётся одним из мировых авиационных центров. Достаточно сказать, что Франция является местом, где зародился аэрокосмический гигант Airbus, штаб-квартира которого и основные объекты расположены в Тулузе. Самолеты этой компании активно продаются и эксплуатируются по всему миру. Также французские аэрокомпании создали вместе с Испанией и Германией Европейский аэрокосмический и оборонный концерн (EADS), крупнейший в Европе и второй по величине в мире. Несмотря на кризис, французское авиастроение активно развивается, тем самым вновь показывая свою устойчивость и активность.

Что касается будущего авиационной отрасли, то Франция уверенно смотрит вперед и готовится к новым открытиям и крупным проектам. Например, уже сейчас Франция и Великобритания начали работать над совместным проектом FCAS / Future Combat Air System («Воздушная боевая система будущего»). Корпорация Airbus разрабатывает крупный проект – пилотируемый одноместный Vahana, который в следующем году совершит первый полет, а в 2021 году выйдет на рынок.

Список литературы

1. Глоткина А.А., Ременникова И.А. The early years of aviation/ Les premières années de l’aéronautique. Авиация. Начало.Учебное пособие по аннотированию и реферированию англо-французских текстов. – М.: Изд-во «Доброе слово», 2018. – 90 с.
2. Ременникова И.А., Чепракова Л.А. Учебное пособие по чтению и переводу текстов на французском языке по авиационно-космической тематике. – М.: Изд-во МАИ, 2015. – 208 с.
3. Официальный сайт Постоянного представительства Франции при Международной организации гражданской авиации. Электронный ресурс: https://oaci.delegfrance.org/La-France-pays-d-aviatio. Дата обращения: 12 февраля 2019.

Философские проблемы использования информационных технологий в космической отрасли

Березовский А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Безклубая С.А.
МАИ, Москва
sashulber@mail.ru

В технотронном обществе роль информатики растет во всех сферах деятельности, особенно в космической. Это связано с тем, что увеличивается информационный объём социального и индивидуального интеллекта, интернациональными становятся исследования воздушного и безвоздушного околоземного пространства, усложняются системные изучения космоса, ширятся возможности применения технологий двойного (гражданского и военного) назначения.

Использование информационных технологий в космической деятельности сопровождается появлением ряда социальных и культурных проблем: пределов и смыслов использования искусственного интеллекта и суперкомпьютера, необходимости увеличения скорости систем счисления и т.п. Решение их требует не только технического, но и философского подхода. Поэтому актуальным является рассмотрение особенностей внедрения информационных технологий в космическую отрасль с позиции философского знания.

Информационное общество характеризуется ускоренным производством информации, которая автоматизируется и роботизируется, становится доступной, определяет интенсивность развития экономики. Сегодня наукой окончательно не изучены: информация как процесс; характеристики («истинность», «ложность», «необратимость») информации; последствия скорости и многоканальности её формирования и распространения. Основная задача использования информационных технологий – не только автоматизация трудоёмких процессов и обработка большого количества данных, но и получение качественно новой информации в результате обработки этих данных. Общий спектр проблем информационных технологий в нашей стране связан с недостаточным качеством обучающих информационных технологий; отсутствием согласованности между отдельными информационными секторами (коммерческими, региональными, государственными); низким уровнем информатизации граждан; уязвимостью сетей; представлением об информации как о товаре (его можно украсть, уничтожить, модифицировать) [1]. Причины этого очевидны: высокое налогообложение производителей программного обеспечения; неравномерный доступ к информационным технологиям; низкий уровень развития электронной промышленности; отсутствие чёткой программы компьютеризации; нехватка квалифицированных кадров; неравномерный доступ к глобальной сети Интернет [2].

При исследовании космоса и Земли из космоса информационные технологии выполняют функции: прикладные, фундаментальные, системные, познавательные [3]. Информационные технологии при освоении космоса – основа спутниковой навигации, глобального картографирования, ретрансляция сигналов между континентами, точного предсказания погоды, получения принципиально новых знаний в фундаментальных областях науки. Важная часть космической деятельности – разработка программного обеспечения технологии космических аппаратов (КА). Вычислительная система КА летательного аппарата (ЛА) должна без сбоя выполнять запрограммированные в ней события. Усложнение космической техники, а также задач, которые решаются с ее использованием, потребовало совершенствования средств, как и наземных (для баллистических расчетов, моделирования конструкций, аппаратно-программного моделирования), так и бортовых (обеспечивающих основные функции КА). Необходимость обработки информации, принятия решений, формирования различных команд определяют функционал работы системы КА. Устраняет неполадки сбоеустойчивая бортовая цифровая вычислительная система (БЦВС). Программное обеспечение бортовой системы, предоставляемое операционной системой реального времени (ОСРВ), решает задачи по управлению КА. Система ориентации и стабилизации (СОС) обеспечивает стабильный полёт. Российская космическая индустрия сильна: школой математического моделирования, программными комплексами по расчету температурных низкочастотных и высокочастотных электромагнитных полей; разработками технологий виртуального моделирования с использованием суперкомпьютеров и GRID [4].

Таким образом, многофункциональное использование информационных технологий в космической отрасли приводит к переосмыслению технологических процессов и бизнес-моделей в русле философских, культурных и социальных проблем, к которым относятся: необходимость и возможность освоения дальнего космоса; навязывание обществу дорогостоящих программ; замалчивание недостатков; отсутствие цивилизованных рыночных отношений; создание структур гражданского общества в сфере космической деятельности.

Список литературы

1. Абрахманова Г.И., Ковалёва Г.Г. Тенденции развития информационных и коммуникационных технологий // Форсайт. 2009. №4(12). С.44-55.

2. Архипова З.В., Пархомов В.А. Информационные технологии в экономике. - Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2003. – С.52-58.

3. Савиных В.П. Применение информационных технологий в исследовании Земли из космоса//Перспективы науки и образования: Международный электронный научный журнал (iss №2307-2334, онлайн). - 2006. -№1(19).- С.23-25.

4. Разработка и тестирование бортового программного обеспечения массо-габаритного космического аппарата Канопус-В https://revolution.allbest.ru/programming/00655676_0.html

Человек и Космос в античной философии

Бицура Д.Р., Бояркин М.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Колганов С.В.
МАИ, Москва
gareeva9817@yandex.ru

За время становления западной философии в восприятии Космоса человеком произошли грандиозные изменения. Для начала обратимся к первым представлениям о небесах. Для наших предков небосвод был чем-то большим, нежели просто скоплением звёзд, люди воспринимали светила и как мудрых друзей, спрашивая совета, и как указатель, спрашивая у них путь, как у провидцев, угадывая в их расположении свое будущее. Звёзды внушали древним людям страх, но в то же время спокойствие и надежду на покровительство неведомых божественных сил. Никто не был равнодушен к небесным светилам, и каждый находил в них какой-то смысл. В трудах Птолемея мы видим вершину космологических представлений той эпохи. Его система была во многом ошибочна, а где-то и абсурдна для нас – людей XXI века, однако через признание геоцентрической модели мироздания люди прошлого особо остро ощущали себя частью единого целого. И во всей античной философской традиции присутствует такое же стремление к познанию мира как единства всего. В наследии античных философов рассуждения о Космосе как проявленной части бытия носили в основном религиозный характер, они или вели к признанию в нем образа Творца, или к обожествлению самого Космоса в духе пантеизма, а также космотеизма. Однако постепенно взгляд на Космос изменился, он стал осознаваться как воспринимаемая и познаваемая часть материального мира. Еще до наступления нашей эры античные мыслители пытались определить главные свойства мира и Космоса, в частности его бесконечность. Так, Аристотель пришел к отрицанию безграничности Космоса исходя из того, что человек не может представить себе бесконечность, поскольку любое реально воспринимаемое человеком тело всегда конечно. Этот авторитетнейший философ древности использовал понятие первоматерии, которая в его философии выступала принципом индивидуации вещей и придавала им неповторимый характер, по сути являясь «первым началом» всего сущего. Система Платона, ставшая началом целого направления в мировой философии, утверждала существование особых свойств человеческой души. По мнению Платона, человек как физическое существо конечен, а его Душа – бессмертна. Когда человек умирает, его душа освобождается от тела и начинает свободное путешествие по Вселенной, во время которого она «сольётся с миром идей и поведает их». По сравнению с древностью наши знания о Космосе достигли небывалых высот. С появлением телескопа и других совершенных приборов оказалось, что наша Солнечная система не настолько уникальна, как думали наши предшественники, а наша галактика Млечный путь схожа со многими другими. Вселенная оказалась не ограничена Плутоном, а имеет размеры в 46 миллиардов световых лет, но мы забыли, что Вселенная – это прежде всего часть нас самих, и только потом объект изучения. Думается, что дальнейшее познание Космоса должно опираться на идеи, признающие единство в ней материального и духовного, использующие данные как рационального, так и чувственного и интуитивного познания. Безусловно, нам чаще следует обращаться к наследию античной философии, чтобы оценить ее глубину и мудрость в признании единства человека и Космоса.

Развитие космонавтики в Индии

Бондаренко С.А.
Научный руководитель — доцент, к.пол.н. Студников П.Е.
МАИ, Vjcrdf
sb0bdarenk@yandex.ru

С обретением Индией независимости 15 августа 1947 года её руководство озаботилось вопросом об индустриальном развитии страны. Необходимо учесть, что Индия – это научно-технически отсталая страна, находившаяся в колониальной зависимости, приверженная традициям и ранее, до колонизации, не существовавшая как единое государство, что создавало сложности для решения общегосударственных задач. Но в результате политического сближения Индии и СССР в июне 1955 года, когда советские учёные и технические специалисты помогли Индийской промышленности встать на рельсы индустриализации, Индийское политическое руководство и научная элита, видимо, прониклись советскими идеями об освоении космоса, и ничего удивительного в том, что Индия стала седьмой страной в мире, создавшей 15 августа 1969 года свою государственную организацию космических исследований — Индийское национальное космическое агентство, подведомственное

Департаменту космических исследований Индии с штаб-квартирой в г. Бангалор. А уже через год, 1 октября 1970 был открыт её пусковой центр – Sriharikota High Altitude Range на о. Шрихарикота. Своё современное название он получил в 2002 году, после смерти бывшего главы ИНКА Сатиша Дхавана. Несомненным преимуществом этого пускового центра является непосредственная близость к экватору. Технологически страна развивались, но экономическая сторона вопроса пока оставалась не решенной, поэтому 19 апреля 1975 г. Индия с помощью СССР «шагнула в космос»: первый индийский спутник «Ариабхата» был запущен с советского ракетного полигона Капустин Яр ракетой-носителем «Космос-3». Первый же самостоятельный орбитальный запуск был осуществлен 10 августа 1979 года ракетой-носителем SLV (завершился аварией), второй запуск — 18 июля 1980 года (успешный). Самые важные из всех запусков, произведенных с площадок Космического центра — запуск беспилотного аппарата «Чандраян-1» (22 октября 2008 года) в ходе первой в истории Индии лунной миссии и запуск индийской автоматической межпланетной станции Мангальян (5 ноября 2013 года), предназначенной для исследования Марса. Первым космонавтом, которому выпала честь представлять Индию, стал Ракеш Шарма. В качестве космонавта-исследователя в составе экипажа корабля «Союз Т-11» он проводил многозональную съёмку районов Северной Индии на предмет возможности строительства ГЭС в Гималаях. Во время полёта Шармы был также проведён сеанс связи с премьер-министром Индии Индирой Ганди. «Союз Т-11» был запущен в космос с космодрома Байконур 3 апреля 1984 года и пристыковался к орбитальной космической станции «Салют-7». Проведя в космосе 7 суток, 21 час и 41 минуту, 11 апреля 1984 года экспедиция вернулась на Землю. Как и другие космические державы, Индия понесла тяжёлую утрату в связи с гибелью в 2003 г. индийского космонавта Калпаны Чавлы, участвовавшей в совместном полёте с американскими астронавтами на шаттле Колумбия, который потерпел крушений за 16 минут до посадки, что привело к гибели всего экипажа. Анализ свидетельствует о том, что за последние пять лет финансирование гражданской космической деятельности в Индии составило почти 4,6 млрд долл. США, а в РФ – 10,7 млрд долл. США. Это означает, что Индия за последние пять лет на гражданский космос потратила в 2,3 раза меньше финансовых средств, чем Россия, и тем не менее опередила нас по очень многим видам прикладной космической деятельности. Переходим к основной рабочей лошадке Индии, носителю PSLV. Ракета вышла достаточно неплохой и надёжной, особенно если учитывать, что её разрабатывала молодая космическая держава. По полезной нагрузке ракета-носитель сопоставима с российскими конверсионными ракетами. В разработке находится ещё одна ракета-носитель GSLV, которая постоянно модифицируется и, возможно, совсем скоро станет основой Индийской космической авиации. Отсюда следует, что бюджетные денежные средства в ракетно-космической промышленности Индии используются эффективнее, чем в РФ. Всё это происходит потому, что страна уделяет большое внимание подготовке квалифицированных кадров в области авиационно-космической техники, которых готовят в МАИ (НИУ), а также в других институтах нашей страны. В самой Индии также уделяется серьёзное внимание обучению специалистов в данном направлении (напр. ТУ Мадраса в г. Ченнаи). В современном мире признанными космическими державами являются США, Россия и Китай. Хотя стоит отметить, что Индия, как достойный ученик в области освоения космоса, а также страна, имеющая многолетний самостоятельный опыт в данном направлении, вполне вероятно может составить конкуренцию вышеперечисленным странам в освоении человеком других планет (например, Марса, полёт человека на который специалисты по космической технике прогнозируют нам уже в 21 в.)

Русский космизм как идейная основа взаимодействия человека и космоса

Бутузова Ю.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Ситкевич Н.В.
НИ РХТУ, Новомосковск
bjulia710@gmail.com

Деятельность современного человека, стремящегося преобразовать окружающий мир, настолько активна, что зачастую пересекает границы сущего и вторгается в неизведанное. Одной из попыток постичь недосягаемое является исследование космического пространства, которое из объекта удивления и любопытства (в античности) уже превратилось в объект освоения. Не последнее место в ряду подобных исследований занимают идеи, развитые в русской философской традиции и получившие название «русского космизма», в котором главной мыслью была возможность организации взаимосвязи человека с космосом. Некоторые исследователи видят корреляцию ведущих принципов космической философии со многими базисными положениями современной научной

картины мира, предугадывая в них наличие позитивного потенциала как основы для формирования новой метафизики на современном этапе развития науки.

Одной из проблем современности является поиск нравственных ориентиров, единения всего человечества перед угрозой экологического кризиса, а также кризисных явлений в культуре. Интерес в этом смысле вызывает «космическая этика» основателя космонавтики К. Э. Циолковского, которую он связывал с постулатами буддизма. В ряде своих работ он развивал философские идеи панпсихизма, заключающиеся в осознании одушевленности Вселенной, возможности бессмертного существования духовных атомов, свободно перемещающихся в мировом пространстве и вселяющихся в различные организмы. В духе буддизма мыслитель рассматривал этическое учение как путь преодоления смерти и человеческих страданий, как путь одухотворения природы и требовал, чтобы «все живое благоденствовало», поскольку «жизнь непрерывна, а смерти нет» [1].

Видным представителем русского космизма выступает В.И. Вернадский, явивший миру идею жизнеустройства через наличие ноосферы. Ученый видел в науке силу, с помощью которой человек сможет подчинить себе космос, при этом сам человек в то же время должен выступать защитой космоса. Идеи Вернадского нашли продолжение в исследованиях академика Н.Н.Моисеева. Человечество, по мысли Н.Н. Моисеева, как в физическом (биологическом), так и в социальном смысле «держится на острие». Все, что человек делает для совершенствования своего знания о мире, в конечном счете неизбежно ведет к уменьшению стабильности его же существования. Академик считал, что эволюция стала процессом общепланетарным, в который последовательно включены все системы и природного, и социального характера [2]. Решение проблемы существования состоит в коэволюционном взаимодействии общественных и биологических систем.

Таким образом, космисты полагали, что причина неустройства и нестабильности нашей жизни кроется в наличии дисгармоничности отношений человека и природы (космоса), которая враждебна к человеку из-за имманентно присущей ей бессознательности. Изменить ситуацию возможно лишь с помощью человеческого разума, способного объединить все космические миры.

Список литературы

1. Циолковский К. Э. Космическая философия. Собрание более 210 философских работ К.Э. Циолковского в свободном доступе в режиме онлайн. - ООО «Центр информационной безопасности», 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://tsiolkovsky.org/ru/nauchnoe-nasledie/ (дата обращения 19.02.2019 г.).

2. Моисеев Н. Человек и ноосфера. - М.: Мол. гвардия, 1990. - 351 с.

Русский космизм Федорова и Циолковского как попытка преодоления иррационализма Шопенгауэра: обладает ли Воля разумом?

Вельмакин Г.С.
Научный руководитель — к.ф.н. Сухно А.А.
МАИ, Москва
grigoryyii@gmail.com

Русский космизм представляет собой уникальное явление философской мысли, соединившее в себе ценности европейского Просвещения («культ разума», определяющая роль научного познания мира) и мессианские, эсхатологические черты христианства. Это позволило создать в его рамках утопический проект на основе экспериментальной науки и религии одновременно. «Естественным» оппонентом этого течения является философский иррационализм XIX века, предъявивший крайне пессимистические воззрения на будущее человечества и возможности человеческого разума.

Мы обратились к работам двух представителей русского космизма – Н. Ф. Фёдорова и К. Э. Циолковского, которые пытались адаптировать достижения иррационализма к выполнению совершенно иной задачи. В первую очередь, это касается понятия «Воли», введенного «классиком» философского иррационализма Артуром Шопенгауэром. Именно интерпретация указанного понятия позволила этим мыслителям сформулировать собственный грандиозный утопический проект.

Понятие Воли используется Шопенгауэром в его знаменитом произведении «Мир как воля и представление» [1, с. 490-637]. Оно восходит к кантовской «вещи в себе», и в его трактовке Воля представляет собой абсолютно свободную, стихийную силу, не имеющую никаких предпосылок и, соответственно, разумных целей. Или, как говорит Шопенгаэур, Воля не подчиняется «закону основания». Однако этому закону подчиняются природа и человек, а потому, как бы человек ни противился, всё определено совокупностью причин и следствий, условий и предпосылок, созданных Волей. Специфика человека заключается лишь в том, что он представляет собой «объективизацию» или «зеркало» Воли, через которое она познаёт себя.

У Фёдорова понятие Воли интерпретируется следующим образом. Он представляет Волю как некую стихийную силу, которая противостоит человеку и его намерениям – главным образом, она обрекает человека на смерть. Однако, в отличие от Шопенгауэра, Федоров предполагает, что у человека существует его собственная воля, — слово, которое в текстах Федорова можно встретить рядом со словом «разум». Исходя из этого предположения он призывает использовать возможности научно-технического прогресса, чтобы внести эту собственную «разумную волю» в эту стихийную силу (научиться ее, как говорит автор, «регулировать»). Циолковский же, развивая идеи Фёдорова, полагает, что разумом обладает не только человек, но и вся Вселенная, частью которой человек является. Таким образом, речь идет только о видимости противостояния воли человека и воли Вселенной, потому что последняя безмерно разумнее человека, и настанет время, когда воля Вселенной и воля человека начнут совпадать, и тогда человек осознает безмерный разум Вселенной.

Однако если разобраться в основаниях, на которых строятся эти оптимистические концепции Воли, то мы увидим, что, по существу, они сводятся к представлению, что «так должно быть», исходя из религиозных представлений их авторов. А это означает, что, борясь с иррационализмом, они игнорируют уровень рационального обоснования. Например, Фёдоров обосновывает наличие воли и разума у человека тем, что истинный Господь не мог создать «конечных умов» и не отдал бы их во власть слепой силе [4]. Циолковский фактически постулирует существование высшей разумной воли и отметает возражения, указывая на слабость человеческого разума, который не может просто охватить замысел, реализуемый волей Вселенной [6].

Таким образом, попытка преодоления иррационализма, предпринятая русскими космистами, несмотря на весь свой научный пафос и призыв использовать достижения рационального познания, тем не менее в качестве обоснования использует предпосылки, носящие не рациональный, а именно религиозно-этический характер. А это заново ставит вопрос о перспективах иррационализма.

Список литературы

1. Шопенгауэр Артур Афоризмы житейской мудрости / пер. с нем. Ю.И. Айхенвальда. – М.: Эксмо, 2017. – 640 с. – (Золотая библиотека мудрости).
2. Николай Фёдорович Фёдоров. По поводу Шопенгауэра [электронный ресурс]. URL: http://www.magister.msk.ru/library/philos/fedorov/fedor053.htm
3. Николай Фёдорович Фёдоров. Трагическое и Вакхическое у Шопенгауэра и Ницше [электронный ресурс]. URL: http://www.magister.msk.ru/library/philos/fedorov/fedor086.htm
4. Николай Фёдорович Фёдоров. Супраморализм и гегелианизм [электронный ресурс]. URL: http://www.magister.msk.ru/library/philos/fedorov/fedor051.htm
5. Константин Эдуардович Циолковский. Причина космоса [электронный ресурс]. URL: https://tsiolkovsky.org/ru/kosmicheskaya-filosofiya/prichina-kosmosa/
6. Константин Эдуардович Циолковский. Воля Вселенной [электронный ресурс]. URL: https://tsiolkovsky.org/ru/kosmicheskaya-filosofiya/volya-vselennoj/
7. Гулыга А. В. Творцы русской идеи / Арсений Гулыга. – 2-е изд. – М.: Молодая гвардия, 2018. – 333[3] с. – (Жизнь замечательных людей: сер. биогр.; вып. 1013).
8. Дёмин В. Н. Циолковский. – М.: Молодая гвардия, 2005. – 336 с.

Концепция искусственного интеллекта в разрезе современного общества

Воронина А.В., Егорова А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Матыцин А.А.
МАИ, Москва
lika_voronina_2015@mail.ru

Искусственным интеллектом считаются интеллектуальные системы, способные выполнять функции (творческие), которые традиционно считаются прерогативой человека. Идеи подобных систем существуют давно, особенно активно они развиваются со времени создания первых компьютеров. По сути своей концепция “искусственного интеллекта” лежит на стыке компьютерной техники и нейрофизиологии и психологии, так как требуется не обычное программирование алгоритмов, а имитация, воссоздание мозговой деятельности.

На данном этапе развития науки и техники создание подобной системы становится все более вероятным и встает вопрос о способе взаимодействия с такими системами, о путях их развития, так как подобные системы не могут быть статичными, а подразумеваются самообучаемыми, саморазвивающимися.

Основные направления исследований в области искусственного интеллекта – разработка баз знаний, искусственные нейронные сети и машинное обучение. Считается, что на должном уровне развития всех этих технологий компьютеры могут имитировать мозговую деятельность человека.

На данный момент самым известным тестом, позволяющим определить искусственный интеллект и отграничить его от обычного компьютера, является тест Тьюринга, пройденный еще в 2014 году.

Можно сказать, что системы искусственного интеллекта позволят фактически заменить человека, выполнять его работу не в автоматизированном, как сейчас работают системы поддержки принятия решения, а в полностью автоматическом режиме. Является ли это благом для человечества? Есть мнение, что подобные технологии полностью остановят развитие человека, так как дальнейший прогресс будет обеспечен компьютерами. С другой стороны, возможен противоположный исход – ускорение научного прогресса за счет освобождения времени, которое возможно использовать для исследований и чисто научных изысканий.

Также существует множество работ, требующих куда большей точности, чем может обеспечить человек, но на данном этапе не доверяемых роботам. К таким работам относятся, в частности, управление самолетом на взлете, посадке и в сложных погодных условиях и нейрохирургические операции.

Возможности обучения россиян во Франции

Гафурова Д.Т.
Научный руководитель — доцент, Ременникова И.А.
МАИ, Москва
windowin@mail.ru

В настоящее время существует много возможностей для обучения россиян за рубежом. Франция предлагает широкую сеть стажировок, как в рамках государственной системы, так и расширенную систему частных школ, принимающих студентов в летние и зимние каникулы. Новым словом в процессе обучения является предложение по подготовке спортсменов в области конного спорта. Во Франции существует древняя и диверсифицированная система по таким направлениям, как выездка, конкур, троеборье.

Чаще всего, занимаясь верховой ездой, молодые люди хотят занимать призовые места не только среди своих сверстников, но и среди профессионалов, поэтому они задумываются о тренировках в школах профессионального уровня. Федерация конного спорта России сотрудничает с различными иностранными партнерами, с такими, как Union Nationale Interprofessionnelle du Cheval (UNIC – ассоциация профессионалов).

Одна из таких школ, которая называется Ecole Nationale d'Equitation (ENE) (Национальная конная школа), находится во Франции. Она предлагает специальные программы для иностранцев. Ecole Nationale d'Equitation подведомственна Министерству молодежи и спорта и занимается подготовкой инструкторов верховой езды. Эта школа предлагает адаптированные курсы верховой езды для иностранцев в своем тренировочном центре, занимающем 300 гектаров [1].

Специальная программа для иностранцев Cours de Perfectionnement Equestre (CPE) позволяет усовершенствовать верховую езду в трех дисциплинах: конкур, выездка и троеборье. Обучение рассчитано на 10 месяцев, и в конце его предусмотрен экзамен, который дает право быть учителем верховой езды во Франции. Всадники, обучающиеся по этой программе, могут повысить уровень своей иппологической культуры и знаний о французском конном мире с помощью дополнительных поездок, факультативных лекций и участия в соревнованиях [1]. Подобные стажировки дадут молодёжи возможность не только обучаться верховой езде, но и повысить уровень владения французским разговорнным языком.

Школа ENE разрешает содержать на своей территории на полном пансионе лошадь всадника во время его обучения в школе [1].

Традиции школы Cadre Noir de Saumur берут свое начало в 16 веке, они сохраняют для нас секреты искусства верховой езды Средних веков, благодаря своим знаменитым шоу, известным во Франции и за ее пределами. Благодаря офицерам Соумюра студенты ENE имеют уникальную возможность увидеть настоящую старую высшую школу верховой езды [1].

Список литературы

1. Статья UNIC – ассоциация профессионалов [Электронный ресурс]. // Конное обозрение URL: https://www.equestrian.ru (дата обращения: 17.02.2019).

2. Union Nationale Interprofessionnelle du Cheval [Электронный ресурс]. / URL: https://www.chevalunic.fr/?language=true (дата обращения: 17.02.2019).

Отношение студентов к онлайн-образованию в техническом вузе

Губина Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва
gubina-dasha@mail.ru

В эпоху глобализации и всеобщей доступности информации вузы всего мира трансформируют привычные подходы к обучению, продвигая идею интеграции знаний в информационное пространство студента и смещения фокуса образовательного процесса с изучения теории на решение практических и творческих заданий. Российским учебным заведениям очень скоро придется вслед за мировыми трендами вносить изменения в существующую модель образования.

Первые шаги в области перехода к использованию технологий в обучении уже сделаны: в передовых вузах страны созданы и используются образовательные онлайн-платформы, с помощью которых можно обмениваться информацией, проводить лабораторные работы и многое другое. Однако, как и любые нововведения, такая форма обучения может иметь не только преимущества, но и недостатки. Также очевидно, что при разработке использующих онлайн-технологии программ обучения необходимо учитывать инженерную специфику вуза [1] и уже существующих моделей передачи знаний.

Для того чтобы установить, как студенты инженерных направлений оценивают перспективы и возможности различных форм организации обучения, был проведен опрос.

В рамках исследования были опрошены 100 студентов МАИ. Возраст респондентов составил от 18 до 25 лет, 65% принимавших участие – девушки, 35% – молодые люди. Опыт онлайн-образования имеется у 62% респондентов.

Две трети студентов в целом положительно относятся к перспективе внедрения такой формы обучения, нейтральную позицию занимают 20% опрошенных, в целом отрицательно к нововведениям отнеслись бы 13 % респондентов.

По данным опроса, подавляющее большинство студентов (67%) поддерживают идею внедрения онлайн-платформы в качестве дополнения к традиционным (лекции, практические занятия в аудитории) формам обучения и только 36% — в качестве полноценного курса в вузе. Исследования, проведенные в МЭСИ и НИУ ВШЭ, также показали позитивное отношение студентов к смешанному образованию [2]. При этом одним из факторов успешной карьеры пока еще является традиционное инженерное образование [3; 4].

Роль преподавателя, как наставника и модератора получаемых знаний, остается актуальной при внедрении онлайн-образования: только 5% опрошенных считают, что преподаватель не должен участвовать в учебном процессе.

Основными преимуществами онлайн-образования студенты считают:

• удобство получения знаний в виде возможности относительно свободно планировать время и место изучения материала;

• возможность возвращаться к пройденному материалу в полном объеме;

• возможность использовать современные, технологичные способы и методики обучения.

В качестве недостатков онлайн-образования студентами были названы:

• необходимость высокого уровня самодисциплины и самоорганизации для успешного обучения;

• отсутствие наглядности в изучении материала, в том числе теории;

• техническая невозможность интеграции традиционных форм обучения инженеров в формат онлайн-платформы.

В целом студенты инженерных специальностей меньше, чем их коллеги, изучающие гуманитарные предметы, нуждаются в онлайн-поддержке учебного курса. Однако это не означает, что необходимо отбрасывать идею интеграции онлайн-платформы в техническом вузе. Задачу перевода части процесса обучения в формат онлайн неизбежно придется решать и, безусловно, учитывать при этом взгляды всех сторон образовательного процесса.

Список литературы

1. Болотин И.С., Сорокина Н.Д., Михайлов А.А., Николаева М.Е. Престиж профессии инженера в представлении студентов//Социология образования. 2018. № 2. С. 70-80.

2. Коган Е.А. Профориентационная работа со школьниками: проблемы и пути их решения // Социология образования. 2018. № 2. С. 4-11.

3. Коган Е.А. Успешная карьера в представлениях студенческой молодёжи //Социология образования. 2017. № 3. С. 109-116.

4. Ломоносова Н.В. К вопросу об использовании системы смешанного обучения студентами вузов // Вестник ТГПУ. 2017. № 5 (182). С. 122-126.

Международное сотрудничество в сфере исследования космоса

Гусев И.С.
Научный руководитель — профессор, к.ф.н. Сидорова И.М.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
vladimir.lininn@yandex.ru

Исследование космоса является одним из приоритетных направлений развития любого сильного, развитого государства с высоким научным и инновационным потенциалом. Развитые и развивающиеся страны прикладывают огромные усилия для укрепления своих позиций в космосе. Однако для масштабного исследования космического пространства необходимы объединенные усилия и международное сотрудничество государств.

Международное сотрудничество предполагает проведение совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в областях космонавтики, астрофизики, ракетостроении и в других смежных сферах науки. Передача опыта, технологий, создание международных исследовательских центров являются одними из основных направлений развития всего человечества. В качестве примера международного сотрудничества в исследовании космоса можно привести создание и эксплуатацию МКС, которая используется как многоцелевой космический исследовательский комплекс, способствующий проведению совместных научных экспериментов.

Сотрудничество в научных разработках и государственных космических программах зависит от вложенных средств, а также от уровня подготовки. Международное партнерство в исследовании космоса способствует снижению напряженности в отношениях между странами. Любые исследования, связанные с космосом, требуют глобальных инвестиций и рационального использования государственного бюджета. Разработки современных технологий нуждаются в привлечении специалистов всех стран. Это предполагает установление международного партнерства. Совместная работа над сложными проектами, особенно связанными с космонавтикой, способствует международному сотрудничеству, выходящему далеко за рамки научных исследований.

Для развития международного сотрудничества в научной сфере необходимо популяризировать науку среди молодежи, создавать международные научные центры и инвестировать средства в совместные НИОКР. Так, стоит отметить, что в соответствии с программным планом ООН "Повестка дня на XXI век", в целях ускоренного и устойчивого развития человечества, внешняя политика должна способствовать сотрудничеству между государствами в сфере космических исследований и научных разработок.

Игорь Иванович Сикорский – авиаконструктор и его философия

Гуськова М.С.
Научный руководитель — к.ф.н. Шевцов А.В.
МАИ, Москва
simpamasha@mail.ru

Игорь Иванович Сикорский – выдающийся русский авиаконструктор, до революции создавший большие четырехмоторные аэропланы «Русский витязь» и «Илья Муромец». Покинувший Россию после революции, Сикорский сначала жил в Европе, а затем перебрался в США. В Америке талант Сикорского как авиаконструктора расцвел в полную силу: Сикорский развил идею вертолета, создал ряд первых вертолетов, образовал собственную вертолетостроительную фирму. Вертолеты Сикорского известны всему миру. Но оказалось, что нам практически неизвестны философские работы Сикорского.

Творчество Игоря Ивановича Сикорского интересно для нас не только тем, что в послереволюционные годы Россия потеряла такого талантливого инженера, ученого, разностороннего мыслителя, – это, безусловно, может вызвать только сожаление, но его творчество, оцененное сейчас по достоинству, может и должно представлять для нашего современного общества несомненный интерес, а поэтому наш долг сделать так, чтобы по крайней мере его научные, философские и конструкторские разработки вошли в научный оборот. Игорь Иванович Сикорский родился в Киеве, учился в 1-й Киевской гимназии, затем поступил в Морской кадетский корпус в Санкт-Петербурге. Диплом инженера получил в 1914 году в Петербургском политехническом институте как «honoris causa» за создание удачных по конструкции настоящих летающих многомоторных самолетов-«кораблей» – «Илья Муромец» и «Русский витязь». В июле 1909 г. Сикорский собрал первый прототип вертолета своей конструкции по классической схеме с одним несущим винтом. В следующем 1910 году улучшенный аппарат поднял свой вес. Это была победа. Весной 1911 года Сикорский сконструировал свой первый удачный аэроплан и сдал к тому же на нем экзамен на пилота.

В своей философии И. И. Сикорский, а он не был все-таки профессиональным философом, исходил из наблюдения и затем испытания своих наблюдений. Это была естественная философия инженера. Да, он слышал о Канте и о современном состоянии философии – она его манила, как «звездное небо над головой». Он пришел и к «внутреннему закону в себе», действуя как испытатель и наблюдатель природы. Это очевидно было близко и Сикорскому. Ведь сам Кант воспевал смелость и отвагу человеческого духа – дерзать и покорять мир, но с учетом этического отношения к ближнему и к природе. Отсюда выросла и его «естественная религия». Нечто подобное мы могли встретить и у других русских мыслителей этого периода –религиозных мистиков в философии, от Флоренского и Соловьева до Лосского, Франка и Бердяева. Поэтому если мы не будем вдаваться в сугубо профессиональные логические или философские дистинкции квазифилософии Сикорского, то можно причислить Сикорского к ряду русских мыслителей, которые уловили запрос на некую метафизическую и религиозную нехватку или «недостачу», что, таким образом, указывало на религиозно-нравственную тоску, на неразрешимые противоречия по Ф.М. Достоевскому. И в этом отношении Сикорский – это и фигура Штольца из «Обломова» Гончарова, и реализовавший себя сам «мечтатель» Циолковского, и религиозный мистик, стяжатель пути и духовности, но также Сикорский мог бы олицетворять своей практической деятельностью и завершение «практического разума» Иммануила Канта.

Психологическая сущность профессиональной рефлексии специалистов авиационно-космической промышленности

Дмитриев И.А.
Научный руководитель — профессор, д.психол.н. Лысаков Н.Д.
МАИ, Москва
dmitriev8897@mail.ru

Профессиональная рефлексия – осознание себя как профессионала, которое основывается на следующих психологических механизмах: соотнесение способностей и компетенций требованиям избранной профессии, понимание уровня развития профессионального мышления, готовность преодолевать кризисы профессионального становления, анализировать причины профессиональных деформаций, осуществлять профилактику профессиональных заболеваний.

В этой связи являются перспективными личностно ориентированные направления практической психологии для сотрудников предприятий авиационно-космической промышленности, поскольку их трудовая деятельность имеет важное социальное значение и характеризуется высокой персональной ответственностью. Тренинговые программы развития профессиональной рефлексии, разработанные в современной психологии, обеспечивают формирование приемов профессионального и личностного саморазвития, навыков целеполагания и долгосрочного планирования жизнедеятельности в целом.

Обучающие занятия, проводимые в группе и индивидуально, создают условия для коррекции у работников негативных эмоциональных проявлений психики, снижения тревожности, повышения стрессоустойчивости. Очень важно сформировать у участников тренингов адекватное возрастное самосознание, позволяющее рефлексировать соответствие между хронологическим, биологическим, психологическим и профессиональным возрастом. Одна из важных задач тренингов – сформировать установку на профилактику трудоголизма как одну из форм аддиктивного поведения. Часть тренинговых занятий направлена на развитие коммуникативных способностей, прежде всего навыков продуктивного делового общения. Таким образом, в программу тренингов входят разнообразные упражнения, которые нацелены на актуализацию всего потенциала личности: ее когнитивной, коммуникативной, ценностно-смысловой, эмоционально-волевой сферы.

Профессиональная рефлексия представляет собой системное понятие, включающее феномены самосознания, самооценки, саморазвития в социальной функции «Я-профессионал». Профессиональная рефлексия развивается на всех этапах профессионализации человека. Специально организованные тренинги обеспечивают успешное развитие профессиональной рефлексии, которая, в свою очередь, является фактором профессиональной надежности специалиста.

Список литературы

1. Лысаков Н.Д., Лысакова Е.Н. Российская авиационная психология в XXI в. // Психологическая наука и образование www.psyedu.ru. 2012. № 4. С. 240-250.

2. Лысаков Н.Д., Лысакова Е.Н. Динамика развития имиджа авиатора // Психология обучения. 2018. № 2. С. 57-63.

3. Лысакова Е.Н. Серебряный век авиационной психологии // Психологический журнал. 2012. Т. 33. № 1. С. 121-126.

Анализ условий труда специалистов в авиационной компании

Доброва Я.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва
dobrova.ya.a@gmail.com

Одним из наиболее важных аспектов профессиональной деятельности человека являются условия его труда. Среда, в которой сотрудник компании осуществляет свою работу, оказывает большое влияние на его организм, физиологические и психические функции, а значит, на его работоспособность и производительность труда.

В настоящее время исследователи стараются уделять больше внимания изучению стрессовых ситуаций, возникающих в процессе работы, их влияния на эффективность сотрудников [1].

Прикладные исследования такого направления особенно актуальны в авиационных компаниях. Деятельность персонала там напрямую связана с использованием воздушно-транспортных средств, которые служат источниками повышенной опасности. Кроме того, авиакомпании осуществляют свою работу практически в беспрерывном режиме и охватывают довольно широкую зону обслуживания. Напряжённость условий труда усугубляется тем, что часть кадрового состава непосредственно несёт ответственность за жизни людей. В первую очередь, это члены лётного экипажа, а также сотрудники, обеспечивающие безопасность полётов с земли. Подобные обстоятельства в своей совокупности могут порождать нервно-психическую напряженность, неудовлетворённость своей профессией и, как следствие, высокую текучесть кадров.

С целью выявления особенностей условий труда специалистов, обеспечивающих безопасность полётов, проведён опрос 50 сотрудников Центра управления производством авиакомпании «РусЛайн». Главная задача их деятельности состоит в обеспечении максимальной безопасности полётов, стабильной реализации графика перевозок, должном оснащении воздушных суден по всем правилам, нормативам и условиям договора при перевозках коммерческой, правительственной и иной категории рейсов.

Согласно полученным результатам, респонденты регулярно испытывают на себе воздействие различных стрессовых факторов. Более половины из них (64%) ощущают это практически каждый день, 28% сталкиваются со стрессом от 3 до 5 раз в неделю. Одним из главных источников стресса (28%) является большая вероятность возникновения нештатной (форс-мажорной) ситуации во время осуществления перевозки пассажиров. Она может быть связана с неблагоприятными метеоусловиями, с человеческим фактором на борту воздушного судна, с его неисправностью и т.д. [2]. Вторым по значимости выступает фактор напряжённости труда (26%). Наименьшим источником стресса является большая материальная и нематериальная ответственность (20%).

Опрос также показал, что половина сотрудников не удовлетворены условиями труда, но их недовольство связано не только со стрессовыми ситуациями, но и с карьерным ростом и материальными поощрениями.

Для снижения влияния стрессовых ситуаций на работоспособность специалистов необходимо более рационально распределять рабочее время, периодически выделять время для отдыха, а также использовать материальные и нематериальные методы стимулирования их трудовой деятельности.

Список литературы

1. Лысаков Н.Д., Лысакова Е.Н. Российская авиационная психология в XXI в.// Психологическая наука и образование www.psyedu.ru. 2012. № 4. С. 240-250.

2. Коган Е.А., Перкова Е.П. Молодёжь об авиационной отрасли: состояние, привлекательность, качество образования//Высшее образование сегодня. 2015. № 1. С. 45-49.

Философия в условиях цифрового мира

Дорофеева Л.О.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Безклубая С.А.
МАИ, Москва
dor-tiger@mail.ru

Современность — мир обширной, быстро меняющейся, неподконтрольной информации. Её тщательный мониторинг превратился для многих в обязательное повседневное занятие. Цифровая культура сформировала особое пространство, которое, почти как у М. Маклюэна в «Галлактике Гутенберга», противоречиво: состоит из возможностей творчества и его ограничений. Наше время «цифры» похоже на время создания электричества, которое М. Маклюэн описывал как

«расширение», в котором «человек не просто начинает преобразовывать мир, он начинает осваивать новые степени свободы, осознавая и по-новому структурируя свой интерактивный топос – зону своего ближайшего, личного взаимодействия с миром» [1].

Скорость распространения информации не позволяет человеку сосредоточиться на главном, уводит его от традиционного и привычного, лишает живого общения. Поэтому социальные сети стали для человека связующим звеном между ним самим, миром и информацией. В сети узнают новое, открыто общаются, демонстрируют творческие способности (публикуют фото, видео, музыку и тексты собственного сочинения), находят единомышленников. Виртуальные технологии создают (с помощью шлемов, очков) коммуникацию на уровне электронных импульсов, которая становится искусственным продолжением нервной системы человека и рождает зависимость. Киберпространство привлекательно ещё и тем, что позволяет человеку совершенствоваться; обучаться без рисков для жизни (водить самолет, взбираться на гору и т.д.); выходить победителем из чрезвычайных ситуаций; не бояться ошибиться и потеряться в иллюзиях. Современные философы, изучая законы общения в глобальной сети Интернет, отмечают отсутствие в понимании «вечных» категорий (бытия, времени и пространства, материи и формы, качества и количества, движения и покоя, диалектики) привычного ценностного содержания, традиционной этики, норм морали и нравственности.

Современная философия решает вопрос о природе, статусе, возможности реализации творческих функций искусственного интеллекта – науке и технологии создания интеллектуальных машин и компьютерных программ. Критерий «разумности» искусственного интеллекта установлен на основе ряда гипотез и эмпирического теста А. Тьюринга, который предположил: машина станет разумной тогда, когда будет способна поддержать разговор (по переписке) с человеком, а тот не сможет понять, что говорит с именно машиной [2].

Философские исследования цифровых медиа во многом основываются на учениях Ж. Симондона (создателя общей феноменологии машин) и его последователя Б. Стиглера, которые выступают против утилитарного подхода человека к технике как отчуждающего их друг от друга [3]. Число как событие культурное и социальное, диалектически соединяющее «прерывистое» и «непрерывное» («цифровое» и «аналоговое») с позиций математики в философии рассматривал А. Бадью. По мнению А.Бадью, социальные события есть программы «информационного поля», содержащие определённый посыл к социальным группам и этносам. Осмысление людьми этой информации приводит к появлению новых идей и событий. Информационная программа рождает новую информационную программу. Бытие-событие корректируется математически: из точки-целостности происходит раздвоение-множественность, формируя плюрализм и многообразие способов человеческого общения [4].

Итак, в цифровом мире важное место занимает философия: вечные темы рассматриваются ею, преломляясь через специфику технических достижений. Философы размышляют о будущем, о технологиях и их влиянии на жизнь. В центре внимания остаются человек и цифровая среда, эффективно раскрывающая его творческий потенциал.

Список литературы

1. Маклюэн М. Галактика Гутенберга: сотворение человека печатной культуры. Киев: Ника-Центр, 2004. 432 с.
2. Тьюринг А.М. Вычислительные машины и разум// В сб.: Хофштадер Д., Деннет Д. Глаз разума. Самара: Бахрах-М, 2003. С.47-59.
3. Кучинов Е.В., Закаблуковский Е.В. Техника будущего (Симондон, Гваттари, Брайант, Стиглер)//Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2016. №18 (70). С. 120-126. issn№1997-292x.
4. Бадью А. Этика: очерки о сознании зла / Пер. В.Е. Лапицкого. СПб.: Machina, 2006. 126 с.

«Алмазный» Восход П. И. Беляева

Ежова Г.П.
Научный руководитель — Лихоманова А.А.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
universalbox19@mail.ru

Во второй половине XX века наука сделала колоссальный рывок вперед – вышла в космическое пространство. Космонавтика – это отрасль современного и будущего развития цивилизации. Она задает темп и направление в таких областях, как электроника, вычислительная техника, энергетика,

машиностроение и др. Человек посылает на околоземные орбиты аппараты, которые собирают информацию обо всех природных процессах и возможных катаклизмах, а также о результатах преобразовательной деятельности человека на Земле.

Большинство событий, связанных с космосом, можно назвать подвигами, которые изменили мир. В советской космонавтике важнейшими событиями стали первый полет человека в космос и выход человека в открытое пространство.

Каждый космонавт, отправляясь в космос, рискует своей жизнью, тем самым совершая подвиг. Одним из таких героев стал советский космонавт Павел Иванович Беляев.

П. И. Беляев, смелый и ответственный, часто оставался в тени других покорителей космоса. Со школьной скамьи уже были заметны главные качества космонавта: спокойный характер, дисциплинированность, сдержанность, молчаливость, как отмечал позднее А. Леонов, особая «внутренняя сила». С. П. Королев тщательно подбирал космонавтов для каждого полета. Не случайно он выбрал именно Беляева и Леонова для полета на корабле «Восток-2», они гармонично дополняли друг друга: «Беляев – немногословен, сдержан, очень собран. Леонов – импульсивен, с бьющей через край энергией, улыбчив, общителен». Ю. Гагарин сказал: «Упорство и мужество – главные его черты. Это он доказал на деле». Несомненно, профессиональные и человеческие качества летчика-космонавта Беляева способствовали успешному проведению космического эксперимента и возвращению на землю.

Беляев был в числе первых космонавтов СССР, готовился к полету в 1961 г. на корабле «Восток», но выбрали Ю. А. Гагарина. В 1965 г. состоялся полет на советском пилотируемом космическом корабле «Восход-2». Экипаж состоял из двух человек: командир П. И. Беляев и пилот А. А. Леонов. Заслуга Павла Ивановича несколько нивелировалась на фоне выхода в открытый космос Алексея Леонова. Необходимо заметить, что роль командира Беляева (позывной «Алмаз-1») была огромна. Благодаря его профессионализму, успешно был найден выход из семи аварийных ситуаций.

Беляев стал первым космонавтом, успешно совершившим посадку корабля ручным способом, не имея связи с Землей. Аварийные условия не смогли сломить экипаж корабля. Они приземлились во многом благодаря профессиональному пилотированию Павла Ивановича, в тайге Пермского края. Решительность Беляева позволила успешно завершить миссию космического корабля «Восход-2».

На протяжении всей жизни Павел Беляев совершенствовал знания и передавал накопленный опыт молодым космонавтам. После своего первого полета он мечтал вновь покорить космическое пространство. Но в 44 года космонавт ушел из жизни после долгой болезни.

В 1965 г. П. Беляев вместе с А. Леоновым посетил Вологду, родной город космонавта, в котором на ул. Октябрьской в честь их полета высадили молодые дубки. Его именем назвали кратер на Луне, в 1978 г. – малую планету (2030 Belyaev) и научно-исследовательское судно.

Имя космонавта П. И. Беляева не будет забыто. В городе Каменск-Уральский Свердловской области, где прошло отрочество Павла Ивановича, средняя общеобразовательная школа № 3 носит его имя. В ней оборудована комната памяти, которую посещают все школьники.

Сегодня деятельность Героя СССР П. И. Беляева вновь притягивает к себе внимание. В 2017 г. состоялась премьера фильма Тимура Бекмамбетова «Время первых». Картина, посвященная легендарному полету 18 марта 1965 г. А. А. Леонова и П. И. Беляева, демонстрирует самоотверженную работу членов экипажа.

Об ответственности в науке

Епиков С.Т.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Иванов М.А.
МАИ, Москва
epikovs@mail.ru

Проблема ответственности инженера, ученого относится к аксиологической стороне научной и инженерной деятельности и затрагивает, прежде всего, её гуманитарные и социальные аспекты. Это ответственность ученого и инженера за результаты своего труда перед обществом, другими людьми, природой, человечеством. Такой вид ответственности можно обозначить как внешний по отношению к науке и технике. Другой вид ответственности распространяется на научное и инженерное сообщества и касается выполнения ученым и инженером норм и правил своей профессиональной деятельности. Такой вид ответственности можно обозначить как внутренний (или внутринаучный).

Можно выделить и вид ответственности ученого и инженера за свою деятельность перед самим собой, перед своей совестью.

Все эти виды ответственности выражают этико-социально-профессиональные отношения и служат их регуляции и гармонизации.

Ответственность ученого, инженера имеет специфические особенности. Среди всех видов современной культуры наука и техника являются самыми динамичными и действенными в своем влиянии на современный мир. В каком направлении пойдет развитие современного мира, во многом зависит от деятельности ученого и инженера.

Как всякая деятельность, научная и инженерная деятельность производит продукты, которые могут нести людям как благо, так и вред. Причем деятельность инженера и деятельность ученого в своей значимости и ответственности различаются. Ученый поставляет знание о мире, меняет мировоззрение людей. Инженер создает (порождает технические идеи, проектирует, конструирует, испытывает, руководит изготовлением техники и её использованием) материальные объекты (средства жизнедеятельности), которые не только меняют сознание, но и изменяют материальный мир (создают техносферу), меняют практическое бытие человека. Именно такое положение поднимает ответственность инженера на самый высокий уровень. (Конечно, в современной научно-технической деятельности ранжирование ответственности ученого и инженера — понятие условное).

Научная и инженерная деятельность носят амбивалентный (двойственный) характер. Их результаты, как отмечалось, могут быть использованы как во вред, так и во благо человека. Проблема заключается в том, как минимизировать вред и оптимизировать благо, которое приносят эти виды деятельности. Существует мнение о нейтральности науки и техники в аспекте их вреда или пользы, и ответственность за неправильное применение науки и техники возлагается на людей, реализующих такое применение. То есть причина в субъективном факторе.

Однако в современных условиях такую точку зрения нельзя считать достаточной. Даже если исключить субъективный фактор и допустить, что и технику и науку используют только люди, преисполненные благими намерениями и не допускающие ошибок, амбивалентность техники сохранится. Это связано с тем, что предвидеть последствия применения техники нельзя исчерпывающе и однозначно. Человек научился предвидеть ближайшие последствия, но не отдаленные. Человек не может знать абсолютно все о созданной им технике и технологиях и взаимодействиях их с природной окружающей средой, не может предвидеть все случайности, которые возникают при взаимодействии техники с социально-природными факторами. Поэтому учёный и инженер навсегда обречены быть ответственными, и этот груз им придется нести уже в силу того, что наука и техника существуют.

Историческое развитие философии и математики

Жилин Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Безклубая С.А.
МАИ, Москва
d.zhilin2013@yandex.ru

Многие именитые ученые и деятели науки называют математику царицей всех наук. С ее помощью исследуются многие аспекты жизни. Философия по своей природе и назначению ищет ответы на вопросы о жизни человека, о сущем и должном, пытается объяснить нам все происходящее вокруг. В этом смысле математика и философия находятся довольно близко друг к другу.

Первые пересечения математики и философии прослеживаются еще в Древней Греции. Появление математики как систематической науки сильнейшим образом повлияло на философское мышление того времени, что отразилось в мистификации математики в учениях Пифагора. Пифагореизм можно считать первым философским учением об основании математики, полно выражающемся в тезисе Пифагора «все есть число». Пифагорейцы считали математику началом всех начал, основой всего сущего. Математические истины они считали врожденными, полученными душой в более совершенном мире – мире идей.

Вторым важным этапом становления наук стала эпоха Возрождения. С появлением новых задач механики требовались новые методы изучения и исследования предметов и явлений, появлявшихся в то время. Математика стала рассматриваться как знание вторичное, опытное, зависящее от некоторых внешних реальностей.

Следующий этап индуцировали неевклидовы геометрии (третий кризис математики). Несоотносимые с реальным миром, они стали ударом по классическому эмпиризму прошлой эпохи. Неевклидовы геометрии стали предметом бурных дискуссий и долго не принимались многими математиками, однако именно они послужили точкой бифуркации в развитии математики, создав

абсолютно новый взгляд на неё. Теперь наиболее важным признаком математической теории стала непротиворечивость, а не соотнесение с опытом.

Различные философско-математические течения отличаются в основном методами обоснования математики. Одним из таких течений является логицизм, появившийся в процессе развития формальной математической логики. Его основной задачей была попытка свести основу математики — арифметику — к логическим тавтологиям. Её апологет Г. Фреге не сомневался в том, что логика даёт достаточную базу для выяснения истинного смысла всех математических понятий.

Другим течением стал интуиционизм. Его основным пунктом стала вера в то, что некоторые объекты математики безусловно ясны и оперирование с ними не может привести к противоречию. Появившись в большой мере как противовес логицизму, он по сути являлся лишь модификацией эмпиризма.

Итак, проблема обоснования математики, поиска её природы остаётся открытой. На мой субъективный взгляд, ответ может быть таким: математическая теория остаётся верной, пока она видится непротиворечивой для людей, верной в соответствии с нашим мышлением.

Остаётся вопрос о том, что же такое человеческое мышление и логика, какова их природа. На этот вопрос философия также давно ищет ответ. Были и эмпиристические идеи, согласно которым наше мышление формируется посредством опыта, и близкие к ним праксиологические, рассматривающие мышление как некоторую нейросеть, обучающуюся на своих действиях

Главная особенность изложенного выше подхода к обоснованию математики состоит в том, что, принимая такой принцип, мы можем абстрагироваться от вопроса обоснования и решать уже только проблему природы человеческой мысли и логики.

Эволюционизм как основа русского естественно-научного космизма

Журкина К.А., Денисова А.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Колганов С.В.
МАИ, Москва
tatiyana_78@mail.ru

Представление о жизни как о космическом явлении существовало с давних пор. В XVII веке голландский астроном Гюйгенс вывел научное обобщение «Жизнь есть космическое явление, в чём-то резко отличное от косной материи». Со всей очевидностью в то время можно было прийти к выводу, что эволюционный процесс присущ только живому веществу, а в косном веществе планеты нет его проявлений.

Уже в XX веке великий русский биогеохимик В.И. Вернадский рисует другую всеохватывающую картину эволюции биосферы, зарождения и действия в ней грандиозной планетной силы — «научной мысли», которая обуславливает переход биосферы в новое качественное состояние — сферу разума (ноосферу). Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В процессе ее становления человек впервые становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен изменять к лучшему своим трудом и мыслью все области своей жизни, перестраивать их коренным образом по сравнению с тем, что было раньше.

Труды В.И. Вернадского насыщены философскими размышлениями о мире и его возможном будущем. Характерной чертой философских воззрений В.И. Вернадского является безусловное признание объективного существования естественных сил в природных явлениях и телах, неизменное стремление опираться на научные факты, и в то же время резко отрицательное отношение к различным формам догматизма в научных исследованиях. Сам ученый определял свое мировоззрение как «философский скептицизм», имея в виду критическое отношение к ко всяческим псевдонаучным построениям, религиозным догмам и философским теориям идеалистической направленности, которыми изобилует вся история мировой философской мысли.

Гениальный русский ученый в своих многочисленных работах религиозные и философские идеи противопоставляет (иногда и без специальных пояснений) научному знанию с его стремлением к объективности, к опоре на факты.

Мыслям В.И. Вернадского созвучны эволюционные идеи другого представителя естественного научного космизма — К.Э. Циолковского. Выдающийся теоретик и отец практической космонавтики писал: «По истечении тысячи миллионов лет ничего несовершенного, вроде современных растений, животных и человека на земле уже не будет. Останется одно хорошее, к чему неизбежно приведет нас разум и его сила». Он смело и со всей решимостью экстраполирует идею эволюции на человеческую природу. По Циолковскому, в процессе своей эволюции человек заимствует лучшие

свойства земных растений и животных для успешного овладения (вслед за водной, земной и воздушной средой) окружающим нас космическим пространством.

Все творчество В.И. Вернадского, К.Э. Циолковского, а также других философов-космистов пронизано ощущением единства Земли и человечества в аспекте всепроникающей связи их с Космосом и его бесконечными эволюционными изменениями.

Загадка происхождения космоса и философское наследие русского космизма

Зверева Л.К., Мельников И.С.
Научный руководитель — профессор, к.ф.н. Колганов С.В.
МАИ, Москва
zverevalk97@gmail.com

Исследованием структуры и элементов в системе отношений «Бог – Человек – Космос» мыслители многих стран мира занимались с древнейших времен, но именно русским философам удалось в значительной степени продвинуться в исследовании ее основных составляющих. В своих работах они целостно, и в тоже время детально описали весь процесс миропроявления. Особого внимания в этом отношении заслуживает русская теософская традиция (др.-греч. θεοσοφία — «божественная мудрость»), к которой принадлежат крупнейший русский философ В.С. Соловьев и представительница религиозной ветви русского космизма Е.П. Блаватская. Трехтомник «Тайная доктрина» — главный труд Е.П. Блаватской, который она позиционирует как синтез науки, религии и философии, в основу которого легли строфы (стансы) из ей известной древнейшей книги.

Как в системе Е.П. Блаватской, так и в свободной теософии В.С. Соловьева материальный Космос неразрывно соединен с духовным началом бытия. Одна из важных целей главного труда Блаватской – прояснение для человека его законного места во Вселенной. Ее теософская концепция основана на семеричном принципе строения Универсума: семь периодов эволюции человеческих рас, семь принципов бытия и т.д. Число семь – это священное число для последователей философской школы древнегреческого математика Пифагора, которое безусловно является всеобъемлющей количественной характеристикой нашего бытия (семь основных звуков, семь основных цветов и т.п.).

В первом томе «Космогенезис» самого известного произведения Е.П.Блаватской повествуется о том, как образовывалась наша Вселенная. Объясняется этот процесс через наличие 3 высших и 4 низших планов бытия, последовательно разворачивающихся в пространственно-временной континуум. Эволюция Вселенной здесь начинается с высочайших духовных планов бытия. В книге излагается положение об Абсолютности пространства. Суть этой Абсолютности заключается в том, что пространство находится в состоянии пустоты до момента начала движения, разворачивания. Затем обосновывается идея существования двух других высших планов – плана Божественного ума и Мирового разума. Все эти три плана образуют особую совокупность, которая впоследствии производит четыре низших плана Космоса.

Главный принцип Всего называется в теософской системе Парабрахманом — это единый Абсолютный Принцип. Четвертый, пятый и шестой планы отражают в себе высшие духовные планы, образуя соответственно 3 логоса: логос «непроявленный», логос «творящий» и логос «проявленный». В свою очередь, в философской системе В.С.Соловьёва мы находим концепцию двух Абсолютов. В ней есть первый Абсолют (Бог) и второй Абсолют (Космос), который находится в стадии становления. Здесь же Вселенная, не будучи сотворенной, разворачивается из собственной Сущности изнутри наружу. В фазе своего проявления, как совокупность трех логосов появляется наше Солнце, планеты – это материальный план. Материальный план, на котором возникла земная жизнь, является наиболее грубым из планов бытия, так как все остальные относятся к тонким, нематериальным планам.

Эволюция человечества изложена во втором томе, который называется «Антропогенезис». Человек, он же микрокосм, согласно теософии, есть не что иное, как отражение проявленного в нем макрокосма, который един с ним и проходит через все формы развития, от бестелесной (духовной) до грубоматериальной (земной).

Именно признание наличия в человеческом существе всех элементов и сил макрокосмоса, его сущностного единства со всем окружающим приводит мыслителей-теософов к выводу о дальнейшем поступательном развитии человека и социума от животного состояния до уровня Богочеловека и Богочеловечества. С этой точки зрения перед человеком открываются доселе невиданные горизонты возможностей и изобилия как в материальном, так и в духовном измерении.

Дружба в космосе. Советско-американский проект «Союз—Аполлон»

Зубарев Г.В.
Научный руководитель — Чирикова О.Б.
МАИ, Москва
Gzubarew@bk.ru

Современное исследование и освоение космоса невозможно без международного содружества в этой научной сфере. В условиях холодной войны и длительного противостояния США и СССР, к семидесятым годам XX века наметились тенденции к потеплению международных отношений, что продемонстрировал совместный советско-американский полет «Союз—Аполлон».

Контакты между советскими и американскими учеными по вопросам совместного исследования и освоения космоса начались со времен первых запусков советских искусственных спутников Земли. В июне 1962 года между Академией наук СССР и НАСА было подписано первое соглашение о сотрудничестве в области мирного изучения космоса. Первая встреча специалистов СССР и США состоялась в октябре 1970 года. Были образованы рабочие группы для согласования требований по обеспечению совместимости советских и американских космических кораблей. Основными целями полета были:

• Проверка техники и оборудования для обеспечения взаимного перехода космонавтов из корабля в корабль.

• Накопление опыта в проведении совместных полетов.

• Изучение возможности управления ориентаций состыкованных кораблей.

• Обеспечение меж корабельной связи и др.

Итоговый документ о готовности к полету был подписан 24 мая 1975 года академиком В.А. Котельниковым и доктором Дж. Лоу. В ходе подготовки кораблей к полету решалось много трудных вопросов. Один из них — система обеспечения газового состава воздуха на космических кораблях, которые существенно различались. Также специалисты занялись проблемой поиска путей взаимного сближения технических возможностей кораблей. Многое в то время делалось впервые, и многие решения можно было опробовать на практике. Испытания модифицированного варианта корабля «Союз» включали в себя три полета, два беспилотных и один пилотируемый – «Союз-16», который состоялся в декабре 1974 года.

Были сформированы экипажи для будущего полета. Участниками советского экипажа стали космонавты Алексей Леонов и Валерий Кубасов. В состав американского были включены астронавты Томас Стаффорд, Вэнс Бранд и Дональд Слейтон.

Первая встреча смешанного экипажа состоялась 19 ноября 1973 года в Звездном городке. За период до старта советские и американские космонавты должны были преодолеть языковой барьер. Специалисты в это отпущенное время разрабатывали “страховки” от нештатных ситуаций и координировали управление полетами кораблей из двух удаленных мест. С 27 июня 1975 года между Москвой и Хьюстоном была установлена прямая телефонная и телевизионная связь. Состоялась комплексная совместная тренировка экипажей, и члены экипажей получили отличные оценки. Их готовность к полету была подтверждена. 15 июля 1975 года советский корабль “Союз-19” был запущен с космодрома “Байконур”, с мыса Канаверал космический корабль “Аполлон”, 17 июля была осуществлена стыковка космических кораблей, и вскоре произошло знаменитое рукопожатие в космосе.

Экипажи отправились друг к другу в гости. Вначале в “Союз” пришли Томас Стаффорд и Дональд Слейтон. Подписали документ о первой международной стыковке в космосе и собрали памятные медали из половинок, которые каждый экипаж взял с собой с Земли. Валерий Кубасов тем временем отправился в “Аполлон” к Вэнсу Бранду. Они провели совместный научный эксперимент “универсальная печь” по сварке. На следующий день, 18 июля 1975 г., когда А. Леонов был гостем “Аполлона”, они с Томасом собрали из небольших металлических пластинок две памятные доски с изображением государственных гербов СССР и США. На каждой из этих досок стояла дата стыковки кораблей.

Успешная стыковка подтвердила правильность технических решений, разработанных и реализованных в творческом содружестве советскими и американскими учеными, конструкторами и космонавтами. Можно сказать, что “Союз — Аполлон” стал прообразом будущих международных орбитальных станций.

Но, несмотря на достаточно большое количество полученной научной и технической информации, основное значение ЭПАС все-таки политическое. Эта программа показала, что ведущие космические державы, отбросив свои политические и экономические противоречия, могут работать вместе.

Список литературы
1. URL:https://lenta.ru/articles/2015/07/16/soyuzapollon/
2. URL:https://gagarin.energia.ru/past-future/251-40-let-so-dnya-sovmestnogo-poljota-korablej-sssr-i-ssha-programma-soyuz-apollon.html

Освоение космоса: проблема метода

Иванов И.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Безклубая С.А.
МАИ, Москва
ivanoff_iva@rambler.ru

Методология изучения космоса человеком исторически сформировалась как соединение технического, естественно-научного, социального и других уровней анализа с философским. Стремительный прогресс современных космических технологий опережает возможность философского осмысления их значимости для развития общечеловеческого сознания и дальнейшего существования природы. Социум поддерживает идею поспешного, без учета последствий (мировоззренческих, технических, культурных, экологических), проникновения человечества во Вселенную. Поэтому актуальным является обращение к философскому методу как основному при осмыслении задач, проблем, возможностей, рисков освоения космического пространства.

Философский способ познания Вселенной представители школы «русского космизма» (Н. П. Федоров, П. А. Флоренский, К. Э. Циолковский, В. И. Вернадский, А. Л. Чижевский, Н. К. Рерих) связали с необходимостью:

• изучать жизнь Земли как сложноорганизованную динамичную систему (материальную, энергетическую, социальную, культурную, антропологическую);

• концентрировать научные ресурсы на уровне ноосферного мышления;

• ставить при исследовании космоса цели, единые для всего человечества;

• использовать космические материалы как инструмент для решения научных, прикладных, экологических задач в планетарном масштабе;

• сохранять этическую составляющую в отношениях человека и природы [1].

Схемы «философствования», берущие начало от Аристотеля и Р. Декарта, сегодня устарели. Поиски единственно истинного знания и метода сменились принципом множественности представлений и знаний, относимых к одному объекту [2]. В результате, философский способ изучения космоса соединяет объектные знания (о деятельности и об объекте этой деятельности) с рефлексивными. По С. Хокингу несостоятельна философия, которая не решает здесь и сейчас фундаментальные вопросы природы и жизни [3].

Обогащённый временем философский подход позволяет современному обществу активнее участвовать в решении насущных проблем мировой космонавтики, связанных с «космическими» амбициями государств; с использованием лидерства в космосе для осуществления контроля над финансами; с политическим оправданием недостаточного международного сотрудничества.

Таким образом, философская методология при изучении космоса выявляет наиболее общие законы космической деятельности человечества. Соединение философских методов познания мира с достижениями высоких космических технологий позволяет мыслить одновременно предметно, организационно и деятельно, создавая целостное представление о будущем мира и человечества.

Список литературы

1. Философия космизма: от древности до наших дней. URL: www.marsiada.ru.

2. Сазонов Б. В. Методология как технология// XI чтения памяти Г. П. Щедровицкого. – www.fondqr.ru/lib/chteniya/xi/mat/8.

3. Хокинг С. Теория всего. Происхождение и судьба Вселенной. – М.: Амфора, 2009. См. также: Хокинг С. Выступление на конференции Coogle’s Zeitgeist // http://www.yuga.ru/news/228945.

Философия как ориентир развития технических наук

Иванова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Безклубая С.А.
МАИ, Москва
inastia0802@bk.ru

Откуда возникла физика? Информатика? Астрономия? Да, впрочем, и остальные науки. Все в этом мире началось с мысли. Дальше от одной мысли это приводит к долгим размышлениям, которые

могут тянуться годами и выливаться в целую жизнь. Все науки берут свое начало в мыслях различных людей на темы: кто мы, откуда мы появились, что внутри нас, что там выше наших глаз? Но порой доказать ту или иную идею сразу невозможно, это может объясняться нехваткой знаний или, например, нехваткой оборудования для исследований.

Перейдем к наглядным примерам. Философское мировоззрение Аристотеля дает начало такой науке, как Логика в древнегреческой философии. Аристотель формирует логические законы: закон тождества, закон противоречия, закон исключения третьего. Итак, рассмотрим законы по отдельности. Смысл закона тождества такой: понятие должно употребляться в одном и том же значении в ходе рассуждений. Закон противостояния: не противоречь сам себе. Закон исключения третьего: одно или другое истинно, третьего не дано. Это было описано в его работе под названием «Метафизика». Сейчас эти законы более известны как элементарные законы логических операций в информатике.

Далее немецкий философ Готфрид Вильгельм Лейбниц через два тысячелетия оценивает философские взгляды Аристотеля — он считал его одним из величайших мыслителей. И непосредственно Лейбниц начинает свою работу над двоичной системой счисления. И после долгих работ он наконец изобретает данную систему счисления. Лейбниц добавляет еще один закон логики: закон достаточного основания. Стоит отметить, что сам Лейбниц относил закон в первую очередь не к логике, а ко всем событиям, которые случаются в мире. Закон выражает методологическое требование обоснованности всякого знания, всякого суждения, которое мы хотели бы принять за отображение истинного положения вещей. Лейбниц пытался создать вычислительную машину, работающую с помощью двоичного кода, но к сожалению, уровень технического прогресса того времени не дал ему такой возможности. Лейбниц сделал огромный прорыв, даже не догадываясь об этом. Его достижение не использовалось в полной мере и не имело такого колоссального значения до 20 века. Итак, первую ЭВМ, которая смогла работать, придумал немецкий инженер Конрад Цузе. Это произошло в 1941 году, и ЭВМ носила название “Z3”. Но программировалась она, конечно, в двоичном коде. А сам двоичный код состоял из логических операций с двоичной системой счисления. Позднее Цузэ пишет первый высокоуровневый язык программирования (1948 год). Открытия таких знаменитых философов, как Лейбниц и Аристотель, заложены в основания современных ЭВМ.

Другой пример относиться астрономии. Многие философы размышляли, что же находится там, наверху, за пределом их видения. Они выдвигали свои теории, например Аристотель, Николай Кребс и другие, и многие из них смогли натолкнуть множество умов на мысли о космосе. С именем Николая Кребса связаны также важные натурфилософские представления о движении Земли, которые не привлекли внимания его современников, но были оценены позже. Заметно опередив своё время, он высказал мнение, что Вселенная бесконечна, и у неё вообще нет центра: ни Земля, ни Солнце, ни что-либо иное не занимают особого положения. Все небесные тела состоят из той же материи, что и Земля, и, вполне возможно, обитаемы. Почти за два века до Галилея он утверждал: все светила, включая Землю, движутся в пространстве, и каждый наблюдатель вправе считать себя неподвижным. Астрономические труды Николая Кребса, по мнению историков науки, оказали (прямое или косвенное) влияние на взгляды Коперника, Джордано Бруно и Галилея. И наконец, Галилео Галилей доказывает слова Николая Кребса. Галилео Галилей соорудил телескоп, с помощью которого и смог доказать утверждения Кребса.

Можно считать, что философия была главным ориентиром для многих технических и гуманитарных наук. Возможно, если бы Лейбниц не придумал двоичную систему счисления, мир бы так и не увидел множества гаджетов и не только. А если бы Галилео Галилея не вдохновили работы Николая Кребса, возможно, космос не был сейчас исследован и вовсе.

Список ресурсов

- Http://rushist.com
- Https://studfiles.net
- Https://ru.wikipedia.org
- Https://studopedia.ru

Космическая философия Н. Ф. Федорова

Камалова Д.Ю., Кладухин А.Н.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва
klad.2019@rambler.ru

Эсхатологический проект в космической философии Федорова совершенно не христианский. Он предполагает два этапа: теллуро-космический и гистологический. На первом должно произойти собирание частичек предков со всего пространства Солнечной системы. На втором предполагается их соединение. Оживление умерших понимается Федоровым как новое начало истории. По мысли Федорова, каждое поколение восстановит предшествующее вплоть до Адама.

Космическая философия Федорова — пример эсхатологического творчества апокатастасийного характера.

Он отвергает Апокалипсис, не веря в космическую катастрофу, предначертанную в Откровении апостола Иоанна Богослова. Новозаветный Апокалипсис для Федорова, — это предупреждение. Катастрофа, возможно не наступит, если человечество победит смерть.

Федоров, бесспорно, оказал влияние на появившиеся в послереволюционные годы движения биокосмистов-интерпланетаристов, исповедующих телесное бессмертие и завоевание космических пространств.

Легко проглядываются идеи космизма в их мечтании о распространении власти человека в космосе, освобождении «последних угнетенных», и воскрешении «прежде живших», «погибших за осуществление социального идеала».

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 грезил о восстановлении отцов и космической литургии преображенной Вселенной, а не о киборгизации человека.

Научно-техническое творчество студентов как важная ступень для профессиональной подготовки кадров аэрокосмического комплекса (на примере создания студенческих спутников МАИ)

Кириллов Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Шкарубо С.Н.
МАИ, Москва
zhenya-kirillov-00@mail.ru

Перспективные проекты космических ракет-носителей, исследовательских спутников, межпланетных и орбитальных космических станций — всё это стало осуществимым благодаря отечественным ученым и инженерам. Величайшие умы, такие, как Циолковский, Цандер, Кондратюк, Королёв и многие другие, позволили нашей стране выйти на лидирующие позиции в освоении космического пространства.

Глядя на эти достижения, студенты факультета «Аэрокосмический» не могут остаться равнодушными. Особое внимание здесь стоит уделить интересу к студенческим спутникам как к научно-техническому объекту студенческого творчества. За последние годы интерес к созданию студенческих спутников во всём мире значительно вырос. Всё началось с первого студенческого спутника, созданного в МАИ.

После запуска первого негосударственного спутника «OSCAR-1» радиолюбителями в США в СССР была создана общественная комиссия при журнале «Радио». В этом проекте принимали участие ДОСААФ и два института: Московский Авиационный Институт и Московский Энергетический Институт. В МАИ было основано первое студенческое космическое конструкторское бюро «Искра». Одной из первых задач КБ было создание первого студенческого спутника. Многие крупные организации были готовы спроектировать и построить его за студентов, но всё изменилось в 1973 году с приходом академика В.П.Мишина, который до этого руководил РКК «Энергия», был одним из руководителей запуска первого спутника и полета в космос Ю.А.Гагарина. В.П.Мишин, будучи зав.кафедрой «Проектирование и эксплуатация ЛА» и академиком РАН, стал для студентов,

участников СКБ «Искра», не только научным руководителем, но и вдохновителем. Под его непосредственным руководством в СКБ был осуществлен проект «Искра».

Проект, нацеленный на создание и запуск первого студенческого спутника, развивался довольно быстро. В процессе создания было разработано 8 модификаций 4 вариантов спутника, каждая из которой требовала решения серьезных инженерных задач.

Работа над спутником началась в 1968 году. При разработке студенты столкнулись с проблемой невозможности использования электронного оборудования в космосе, что ставило перед ними дополнительные задачи герметизации и теплоизоляции приборных панелей. Но к 1973 году было доказано, что использование электронных устройств в условиях вакуума возможно. Тогда снялась проблема герметизации, и главным вопросом стало создание необходимых электронных приборов. Все устройства изготавливались вручную студентами. Также был создан новый наземный приемно-командный пункт.

Итогом многолетнего труда стал запуск 26.10.1978 первого студенческого спутника «Радио-2» (Искра-4А), собранного коллективом МАИ вручную. На сегодняшний день в космос было успешно запущено уже 7 спутников МАИ. Не многие университеты мира могут похвастаться собственными спутниками, разработанными и созданными студентами.

В настоящее время КБ «Искра» успешно продолжает свою работу, привлекая всё больше студентов для создания различных космических аппаратов, спутников и прочей космической техники. На базе МАИ создан свой Центр Управления Полетом (ЦУП), а с запусками помогают партнеры университета.

Таким образом очевидно, что непосредственное участие студентов МАИ в инженерных проектах является мощным толчком в творческом развитии будущих высококвалифицированных специалистов отечественного аэрокосмического комплекса.

Список литературы

1. Вельможко И.Н. "Научно-техническое творчество в МАИ в 1955-1964 гг. "(Управление движением и навигация летательных аппаратов // Сборник трудов XX Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов. Самара, 2018.

2. Афонин П.М., Новиков В.Н. Беспилотные летательные аппараты. М.: Машиностроение, 1967.

3. Корпоративный журнал "Облако" 2016 №1 ("Космос полного цикла").

4. Мостинский Сергей Спутник Земли – своими руками // Техника-молодежи. 1980. №6. С.7-9, 41.

5. Белецкий А. Энергетика космической радиосвязи.

Особенности трудоустройства выпускников МАИ по направлению "Менеджмент"

Кистровская Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва
ekaterinaromanova66657@gmail.com

Специалист, окончивший социально-экономический факультет в техническом вузе, — это уникальный субъект. Выпускники МАИ по направлению «Менеджмент» вызывают особый интерес со стороны работодателей. Работодатель, получая резюме от такого выпускника, понимает, что специфика подготовки менеджеров в данном учебном заведении предполагает не только изучение гуманитарных и экономических наук, но и общее ознакомление с техническими дисциплинами, а следовательно, он воспринимает молодого специалиста как человека всесторонне развитого, легко обучаемого и обладающего множеством различных компетенций. Причем восприятие выпускника-бакалавра работодателями практически ничем не отличается от восприятия выпускника-специалиста [1].

С целью определения ситуации на рынке труда, а именно: востребованности менеджеров, особенностей их трудоустройства и профессионального развития — методом анкетирования было опрошено 50 выпускников Московского авиационного института, окончивших в 2016 году факультет социального инжиниринга (ныне — Институт инженерной экономики и гуманитарных наук).

Опрос показал, что все респонденты были успешно трудоустроены менее чем за 5 месяцев. В среднем поиски работы заняли 2-3 месяца.

В ходе исследования было выявлено, что 80% выпускников трудоустроены в крупные компании, заинтересованные в постоянном развитии своих сотрудников. Чуть меньше половины выпускников работают в должности менеджера, несколько выпускников занимают высокие посты — заместитель генерального директора или генеральный директор. Остальные выпускники трудоустроены в рамках смежных профессий.

При трудоустройстве к молодым специалистам чаще всего выдвигаются требования наличия опыта работы от полугода до двух лет. Также от выпускников ожидают компьютерной грамотности и владение иностранными языками.

Молодые специалисты назвали обстоятельства, которые помогли им трудоустроиться и делать успешную карьеру: личностные качества (пунктуальность, собранность, напористость, уверенность, умение брать на себя ответственность, стрессоустойчивость), наличие широкого круга знакомств (так, они имели возможность трудоустроиться по рекомендациям своих друзей и знакомых), знания и накопленный трудовой опыт [2].

К перечню факторов, затруднявших поиск работы, были отнесены: недостаточный опыт работы или его отсутствие, слишком широкая специальность, недостаточный уровень владения английским языком, а также высокая конкуренция на должность.

В магистратуре МАИ и других вузов продолжают своё обучение чуть больше половины респондентов (52%) и ещё 40% планируют поступить в магистратуру спустя некоторое время.

Список литературы

1. Коган Е.А. Отношение к бакалавриату студентов и выпускников-менеджеров//Высшее образование сегодня. 2017. № 3. С. 64-67.

2. Коган Е.А. Успешная карьера в представлениях студенческой молодёжи //Социология образования. 2017. № 3. С. 109-116.

Современные тенденции космической политики

Кладухин А.Н., Славин В.С.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва
andr.gmu@mail.ru

Околоземное пространство и космос в XXI веке становится географической макросредой, дающей 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 фактором, обеспечивающим сохранение государственного суверенитета.

Освоение околоземного пространства — это необходимый ресурс для развития информационно-технологической сети, которая сможет обеспечить контроль над глобальным информационным пространством и всем, что думают, смотрят и чувствуют люди.

Возможности контроля космическими сверхдержавами технологически отстающих стран огромны.

В XX веке одним из самых существенных факторов мощи страны был ядерный потенциал. В конце XX века происходит интенсивная милитаризация глобальной космической деятельности. В 1991 году в Персидском заливе США впервые масштабно применяют в военных целях космические технологии. В настоящее время более 40 % космических орбитальных объектов имеют военное назначение.

В XXI веке наличие космических вооружений, то есть космических аппаратов, способных выводить оружие в космическое пространство, становится главным фактором государственной мощи в мировой политике.

Начиная с 1991 года процессы освоения космоса приобретают глобальный характер. Увеличивается число космических держав, которые смотрят на космос как на ключевой пункт выстраивания структуры государственной безопасности.

В настоящее время сформировались следующие основные тренды глобальной космической политики: активизация борьбы за контроль над низкими орбитами; осуществление полетов за пределами околоземной орбиты; закрепление контроля на планетарных поверхностях. На современном этапе мировой политики одной из важнейших задач становится формирование нормативных ценностей космической деятельности.

Образование философии математики и математической логики в конце XIX – начале XX века (I Конгресс математиков в Цюрихе в 1897 г.)

Кожемякина А.Ю., Власова М.С.
Научный руководитель — к.ф.н. Шевцов А.В.
МАИ, Москва
a.u.kozhemyakina8@gmail.com

Рассматривается творчество ряда ученых Московской философско-математической школы (МФМШ) и влияние ее представителей на становление математики, логики и философских наук. Последнее до сих пор считается недооцененным в отечественной философии и науке. В конце XIX века в России сформировалось философское направление, участники которого занимались решением проблем как логико-методологического, математического, так и философского характера. В этот период создается новая наука на стыке философии и математики – математическая логика и философия математики. Первоначально школа формировалась под руководством наиболее влиятельного философа и математика того времени Н. В. Бугаева. Его разработки в области аритмологии послужили углубленному изучению учениками школы так называемых разрывных функций. Самыми известными представителями этого направления являлись: В. Г. Алексеев – математик (геометрия, алгебра, теория инвариантов), философ, профессор; В. Я. Цингер – математик (геометрия), профессор; Л. А. Лахтин – математик (алгебраические уравнения, математическая статистика); П. А. Некрасов – математик (теория вероятностей), профессор. Школа прошла путь от первых статей 1862 – 1868 годов XIX века до постановки «трудных» вопросов философии, логики и математики к концу XIX – началу XX века. Так, если к концу XIX века в школе разрабатывались и богословские вопросы, например, П. А. Флоренским (хотя Флоренский не входил в эту школу), то к 1920-м годам в школе складывается уже круг вопросов сугубо математических, логических, даже лингвистических. На смену ранним представителям МФМШ пришли такие известные отечественные математики, как Н. Н. Лузин, Д. Ф. Егоров, а также их ученики, составлявшие ядро «Лузитании». Эта обновленная Московская математическая школа, основанная в начале 1920-х годов, колоссально повлияла на развитие советской математики, чему и посвящено данное исследование. Это теории Н. Н. Лузина, А. Н. Колмогорова, С. А. Яновской, В. И. Шестакова – их трудами обосновывалась и теория математической логики, и теория алгоритмов, переключающих аналоговых устройств, советская кибернетика.

Особую роль играла атмосфера общения между руководителями и студентами, царившая как на лекционных занятиях, так и во внеучебное время. Несмотря на юный возраст большинства ее участников, многие их открытия, уже к 30-м годам, сделали Москву одной из ведущих мировых математических столиц. В 1898 году были опубликованы материалы выступлений участников первого Международного конгресса математиков, среди которых были 12 человек из России. Помимо Н. В. Бугаева, выступившего со своим докладом «Математика и концепция Вселенной с точки зрения научной философии» на французском языке, на том же Конгрессе выступил и будущий президент МФМШ (с 1904 г., после смерти Бугаева) «отец русской воздухоплавания», выдающийся ученый-инженер Николай Егорович Жуковский (1847-1921). Логик и математик А. Марков выступил с докладом «О понимании трудов Чебышева» на французском языке. Прочитанный А. Васильевым, профессором математики Казанского университета, отцом создателя т.н. «воображаемой» логики Николая Александровича Васильева доклад Первушина назывался «Формулы для определения аппроксимации представления чисел, как их самих, так и их отличий в порядковом номере и в их обозначении». Также в конгрессе приняли участие такие известные математики, как Феликс Клейн, Анри Пуанкаре, Чезаре Бурали-Форти и другие. В данном исследовании приводится анализ взглядов Н. В. Бугаева и Ф. Клейна на природу и сущность математики. Знаменитые неразрешимые парадоксы Пуанкаре были намечены в его докладе «К объявлению чистого математического анализа и математической физики», затем философские размышления над физической картиной мира были представлены Пуанкаре в его труде «Наука и гипотеза», в котором он определял природу математического умозаключения, опираясь на Лобачевского, Римана в сравнении с классической теорией геометрии Евклида или физики Ньютона. Доклад Чезаре Бурали-Форти назывался, кстати, «Постулаты в геометрии Евклида и Лобачевского». Вообще, мы пришли к заключению, что только благодаря существованию Московской философско-математической школы в нашей стране к 1930-1940 годам сложилась самостоятельная философская и математическая школа. Были переведены на русский язык важнейшие труды ученых, участвовавших в I Конгрессе математиков. Это и труды Жака Адамара «Элементарная геометрия», и труды Эмиля Бореля «Арифметика», «Элементарная

математика» и другие, не говоря о более поздней работе этого французского ученого, математика и философа «Как согласовать преподавание в средней школе с прогрессом науки».

Таким образом, это направление философии на стыке математики и логики, разрабатывавшееся и в нашей стране фактически с начала XX века, актуально для изучения и сейчас в начальных курсах философии для технических и инженерных специальностей университетов.

Студенческая семья. Проблемы и решения

Комлева В.А., Бекренева М.П.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Токарева Е.М.
МАИ, Москва
komleva210999@mail.ru

Студенческая семья – это динамичная и легко реагирующая на различные социально-экономические изменения часть социума.

Проблемы студенческой семьи – это проблемы взросления и становления молодого человека как личности, его перехода и адаптации в условиях взрослой жизни.

Можно выделить несколько основных проблем, с которыми сталкиваются молодые семьи.

Во-первых, это проблемы с трудоустройством. Закончив высшее учебное заведение, молодые люди задаются вопросом трудоустройства по своей специальности. В этот момент они сталкиваются с реальными условиями современного рынка труда. Работодателям нужны опытные работники со стажем. Такие требования делают студентов неконкурентоспособными. К тому же студенты зачастую слишком идеализируют свои представления о будущей профессии и карьере, что приводит к неуверенности в будущем.

Во-вторых, это жилищная проблема. Она является чуть ли не главной для студентов-супругов. Эта проблема, в совокупности с материальными трудностями, является главным препятствием в вопросе планирования семьи, рождения ребенка. Молодые люди, понимая, что социализация и содержание ребенка требуют серьезных капиталовложений, откладывают этот вопрос до лучших времен. Отсутствие своей жилплощади также зачастую негативно сказывается на психологическом состоянии студентов-супругов. Молодые супруги в основном живут со своими родителями, что тоже является проблемой. Трудности в материальном плане вынуждают молодых людей минимизировать свои желания и нужды, отказываться от любимых занятий.

В последнее время в студенческих семьях наблюдается тенденция к малодетности. Стремление молодых людей показать себя, раскрыть свой личностный потенциал, добиться успехов в карьере и прийти к карьерному росту, материальные и жилищные трудности являются ее основными причинами.

Еще одной немаловажной проблемой является то, что молодые люди не готовы к браку, к выполнению очень важных социальных функций. Чтобы избежать конфликтов, каждый из супругов должен учиться строить семейные отношения, совершенствовать их.

Поддержка со стороны государства очень важна для молодых семей. От него сильно зависит уровень благосостояния новой молодой ячейки общества. Прирост населения и решение демографических проблем являются главными ориентирами в поддержке молодых семей со стороны государства: ведь чем выше их благосостояние, тем выше рождаемость и лучше демографическая ситуация в стране. Сейчас внимание уделяется не только демографическому вопросу, но и таким важным аспектам, как культурные, социальные и экономические потребности молодых семей.

На пути своего становления студенческая семья сталкивается со всевозможными трудностями. Их действительно очень много, особенно в первое время совместной жизни. И если с какими-то проблемами (в основном психологическими) супруги могут справиться самостоятельно, постоянно работая над собой, над отношениями в семье, уважая друг друга, то с другими проблемами они самостоятельно справиться не в силах. На помощь молодой семье могут прийти социальные службы. Проблема лишь в том, что молодёжь просто не имеет об этом никакой информации и не знает, как всем этим можно пользоваться.

Молодежному вектору уделяется значительное внимание в государственной и организационной политике. В своём февральском интервью на телеканале «Россия 1» глава Роскосмоса Дмитрий Рогозин рассказал о комплексе мер по привлечению молодых специалистов в корпорацию. Это дает огромную возможность молодым специалистам решить проблему трудоустройства и показать себя.

Сегодня молодые люди недостаточно осведомлены о реализуемых и планируемых программах и мероприятиях, которые проводятся в рамках молодежной политики, осуществляемой субъектами

власти. Необходимо расширять информационную и рекламную виды деятельности, доводить информацию до молодежной и студенческой аудитории.

Список литературы

1. Васильева Н.У. Молодая семья: проблемы и перспективы социальной поддержки // Вестник ВЭГУ. Уфа, 2013. № 4 (48). С. 119-124.
2. Климантова Г.И. Проблемы молодой семьи в условиях модернизации общества // Материалы V Всерос. социально-педагогического конгресса (Москва, 6- 7 июня 2005 г.). М., 2010, С. 5.
3. Сорвин К.В. Человек в обществе: система социологических понятий в кратком изложении. 5-е издание / НИУ ВШЭ. М.: Русская панорама, 2015.
4. Токарева Е.М. Семья: феноменология повседневности. Н. Новгород: Издательство НГСА.

О теории математики Н. В. Бугаева и концепции Вселенной с точки зрения научной философии

Коровин А.А.
Научный руководитель — к.ф.н. Шевцов А.В.
МАИ, Москва
alexkorovini66@gmail.com

Для понимания проблем становления научного познания и его обоснования в научной философии в начале XX века обратимся к исследованию феномена Московской философско-математической школы. К основателям этой научной школы принадлежали такие известные русские ученые, философы и математики, как Николай Васильевич Бугаев, Павел Алексеевич Некрасов, Николай Егорович Жуковский, позднее математики Первушин, логики А. А. Марков. К началу XX века в математических и философских науках накопилось достаточно проблем связанных с поисками оптимальной записи, современного логического синтаксиса. В связи с этими проблемами и трудностями при обсуждении их решениями математики и философы стали проводить Всемирные конгрессы по математике. Так, хотя формально первый такой конгресс состоялся уже в 1896 году в Чикаго, он еще не рассматривался как собственно конгресс математиков и философов. Действительно первый конгресс математиков (и философов, логиков) проходил с 9 по 11 августа 1897 года в Цюрихе в Швейцарии. В работе этого Конгресса приняли участие поистине крупнейшие представители науки того времени, фактически весь цвет передовой науки. По итогам работы Конгресса в следующем 1898 году организаторами был издан в Лейпциге сборник с докладами участников. Приглашения были разосланы около 2000 тысячам известных математиков, философов. Фактически прибывших делегатов было около 210, из них от России было 12 ученых. С докладами выступили Н. В. Бугаев, Н. Е Жуковский и А. А. Васильев. Профессор математики из Казанского университета А. А. Васильев, отец выдающегося логика Николая Александровича Васильева, создателя новой модели неклассической логики (т. н. «воображаемой» логики), прочел доклад логика и математика Первушина «Формулы для определения аппроксимации представления чисел, как их самих, так и их отличий порядкового номера от его обозначения». Доклад Первушина был на французском языке. Доклад «отца русского воздухоплавания» и основателя аэродинамики Николая Егоровича Жуковского был сделан на немецком языке и посвящался «новой теории гироскопа», с демонстрацией его устройства и работы. Отдельно был представлен доклад логика А. А. Маркова по теме «К вопросу редакции трудов Чебышева». Доклад Николая Васильевича Бугаева также был на французском языке и назывался «Математика и концепция Вселенной с точки зрения научной философии». Надо отметить, что выдающийся математик и логик, один из кураторов Конгресса, Феликс Клейн, начиная Конгресс, выступил с докладом «К вопросу наставления и обучения высшей математике», в котором продемонстрировал единство и общие цели и пути развития философии и математики. На этом Конгрессе выступили также Чезаре Бурали-Форти, выдающийся итальянский математик и логик. Доклад Бурали-Форти назывался «Постулаты в геометрии Евклида и Лобачевского». На Конгрессе выступал также всемирно известный математик, физик и философ Анри Пуанкаре с докладом «К созданию чистого математического анализа и математической физики».

Итак, доклад Н. В. Бугаева «Математика и концепция Вселенной с точки зрения научной философии» был посвящен актуальности феноменов Вселенной и направлений в физике, связанных с наукой и философией. Таким образом, здесь должна была раскрываться тема концепции науки и философии мира: в мире, полагал Бугаев, философские и научные проблемы необходимо должны согласовываться на практике и в жизни общества. Научное и философское понимание мира представляет наш образ мысли и мышления. Бугаев здесь привел цитату известного математика

Карла Гаусса, который говорил, что «математика – это царица наук, но арифметика есть царица математики». Поэтому, как писал Бугаев, «истина математического анализа слагается из дистинкций его общего и его универсально», а поэтому математика нуждается в логике и философии, чтобы проводить в своем предмете демаркационные линии, отделяющие определения понятий. Это теория познания для современного мира, и это – философия и дело философии.

Космос как геополитическое пространство

Котельникова А.Д.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва
ak.2019k@yandex.ru

Понимание космоса как неконфликтного пространства ушло в прошлое в середине XX века. В 50 годы началась «гонка» космических технологий сверхдержав. А в начале XXI века развернулась настоящая геополитическая битва за контроль над бескрайним космосмическим 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 XXI 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 XXI 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 XXI веке является увеличение масштабов освоения Луны и других объектов Солнечной системы с закреплением контроля лунной 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, контролирует околоземное пространство. Кто контролирует околоземное пространство, тот доминирует на Земле.

Россия. Проблемы утечки умов на примере П.Я. Уфимцева

Красавин Е.Э.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Юрченко Н.В.
МАИ, Москва
krasavin.ieghor@mail.ru

Уфимцев Павел Яковлевич — создатель легендарных самолетов-невидимок F-117. Самолеты такого типа называются «стелсы», и до 1999 года эти самолеты являлись гордостью военно-воздушных сил США, аналогов не было в мире. Развитие «стелс»-технологий было приостановлено на неопределенный срок из-за экономических и политических проблем в России. По этой причине сложилась тяжелая обстановка в научно-технических центрах. Труды Уфимцева П.Я военное руководство решило оставить без рассмотрения, считая это «тупиковой ветвью развития». В СССР развитие ракет для уничтожения противника было на первом месте. СССР не уступал своим потенциальным противникам и в ракетах, которыми оснащались военные самолёты. Например, американцы так и не смогли создать ракету для ближнего маневренного боя. Ракета класса «воздух—воздух» ближнего боя родилась у нас в России. Мы имели на вооружении следующие типы ракет класса «воздух—воздух»: К-5М, К-55, К-13, К-98, К-40, К-60, К-23, К-33, К-73, К-27Т, К-27Э, К-77. И это далеко не полный перечень ракет класса «воздух—воздух», стоявших на вооружении СССР. Наши самолёты также были вооружены ракетами класса «воздух—поверхность». Вот наименования некоторых из них: противорадиолокационные ракеты Х-58 и Х-27, ракета Х-25 с лазерной головкой самонаведения, ракета Х-59 с телевизионным наведением, противолокационная ракета Х-31, противокорабельная ракета Х-35. Вследствие этого, П.Я. Уфимцев не получил научного признания и достойной оплаты своего труда. В США стремление изобрести самолет с применением «стелс»-технологии возрастало с каждым годом. Эмигрировав в США, ученый смог воплотить в жизнь свои разработки и успешно провести испытания самолетов-«невидимок». После первых испытаний П.Я. Уфимцев получил народное признание, заголовки журналов начинались с его статей, исследователь был награжден Груммановской медалью за вклад в научные разработки.

Античность и современная наука: два взгляда на космос

Крузман А.Р.
Научный руководитель — к.ф.н. Сухно А.А.
МАИ, Москва
arti2199@gmail.com

Считается, что первым понятие «космос» ввел Пифагор.

Значение слова «космос» у древних греков было иное, чем сейчас. Речь не обязательно шла о мироздании или устройстве Вселенной. Древние греки могли называть «космосом» самые обыденные вещи: так, например, «космосом» мог быть назван порядок на кухне или построенные в полном соответствии с правилами войска. Как говорил Ксенофонт Афинский, «… каждый сорт имеет вид хора вещей, да и пространство в середине между ними кажется красивым, потому что каждый предмет лежит вне его: подобным образом круговой хор не только сам представляет красивое зрелище, но и пространство внутри его кажется красивым и чистым» [1]. Эта восхваление порядка прямо указывает на обиходное значение слова «космос» в Древней Греции. Отсюда проистекает еще одно его значение – украшение, убранство: «Дело не в том, что мы всегда уже как-то имеем всеобъемлющее и только называем его теперь космосом-убранством. Существующее — все и каждое — впервые видится в целом, когда оно увенчивается красотой, и красота есть свидетельство присутствия целого в каждом и каждого в самом себе» [2].

Таким образом, для древних греков слово «космос» было понятием, которое объединяло в себе культурный, бытовой и духовный пласты. Все вокруг – космос. Это не просто гармоничный «миропорядок», имеющий для наблюдателя эстетическую ценность, но сама красота, завершенность, гармония, симметрия, воплощенная в этом миропорядке. Лучшим образом космоса для них служила хорея – искусство хоровода, которое сочетало в себе музыку, танец, пантомиму и песнь, именно потому, что космос в древнегреческом представлении – это что-то гармоничное и законченное, завершенная картина мира.

В современную эпоху исследование космоса оформилось в самостоятельную науку — космологию. Она является разделом астрономии, и главная ее функция — изучение свойств и эволюции Вселенной в целом. Вселенная — это всеобъемлющее пространство, определение которого находится на стыке науки и философии. Космос — это часть Вселенной, которая представляет собой

ее относительно пустые участки, лежащие вне границ атмосфер небесных тел. На сегодня известно, что космос не является абсолютно пустым: в нем содержатся межзвездное вещество (преимущественно водород), электромагнитное излучение, космические лучи и, предположительно, темная материя.

Таким образом, современное представление о космосе базируется на абсолютно других принципах. Если в Древней Греции речь шла о совершенном порядке или убранстве, которое можно охватить взглядом стороннего наблюдателя, то сегодня наука в принципе не предполагает какой-либо модели космоса, которую можно было бы наблюдать эмпирически.

Сама актуальность экспериментального познания уже подразумевает, что представление о космосе не укладывается в завершенную, целостную картину — в противном случае не было бы и поля для дальнейших экспериментов. Чем дальше, тем больше усваивается представление о бесконечности космоса – например, в исследованиях Эйнштейна, Фридмана и Хаббла, которые в итоге составили теорию Большого взрыва. Греки изобразили симметричную и гармоничную геоцентрическую картину мира и воспринимали положение вещей как данное, восхищаясь порядком и красотой этого мира. Они так не хотели терять его красоту, что намеренно избегали понятия бесконечности, предпочитая ограничить его использование даже в математике.

Сегодня мы стараемся быть максимально рациональными и объективными, опираясь только на верифицированную информацию. Это влияние критического мышления, которое составляет сущность современного человека. Отказ восприятия информации на веру, без проведения эксперимента и проверки, сформировал стремление к научному познанию мира, поэтому, добившись многого в исследовании космоса, мы думаем только о том, как мало мы еще знаем и как много нам предстоит выяснить, не испытывая при этом никакого страха перед его бесконечностью и загадочностью.

Список литературы

1. Цит. по изд.: Ксенофонт Афинский. Сократические сочинения / Пер. С. И. Соболевского. М.; Л.: Academia, 1935. С. 280—283.

2. Ахутин А.В. Античные начала философии. М: Наука, 2007. 288 с.

Альтернативная транспортная парадигма как основа формирования практического ноосферогенеза на земле

Кубатина Е.П., Фертиков А.О.
МАИ, Москва
yekaterina.kubatina@yandex.ru

Транспортная система – основа глобальных интеграционных процессов в промышленности и торговле. От доступности и эффективности транспортного обслуживания в решающей мере зависят прогресс современной цивилизации, обеспечение жителей планеты базовыми ресурсами для выживания и возможность реализовать эффективное противодействие техносферным и природные кризисам и катастрофам.

Однако в настоящее время мировая экономическая система переживает весьма болезненную структурную перестройку всего мирового хозяйства и национальных экономик, связанную с изменением баланса между различными макрорегиональными экономическими центрами, возрастанием роли различных экономических союзов, ожидаемым распространением принципиально новых технологий и новых моделей повседневного уклада жизни, предполагающих формирование качественно новых производственных и потребительских структурных моделей.

Все это неотвратимо приближает глобальный системный транспортный коллапс, связанный с недостаточной эффективностью традиционного транспорта по технико-экономическим, эколого-социальным, объемным и качественным характеристикам. Самым слабым местом современного транспорта является организация его инфраструктуры, которая не позволяет сколько-нибудь эффективно решать задачи современной экономики по преодолению перманентного глобального финансового кризиса и других негативных факторов.

Таким образом, формируется общественный заказ на срочное развитие альтернативного глобального транспорта и системной инновационной замены традиционных транспортных средств на принципиально новые, позволяющие на практике реализовать фундаментальную парадигму альтернативного транспорта будущего – доставку пассажиров и грузов без пересадок и перевалок “от двери до двери”, с минимальными затратами, высоким уровнем безопасности и комфорта.

Необходимость формирования новой транспортной парадигмы в настоящее время обусловлена не только наличием внутренних факторов несовершенства существующей конфигурации транспортной

системы, но и наличием все более острых внешних факторов, реально угрожающих процветанию человеческой цивилизации и сохранению биосферы планеты в перспективе (постоянно увеличивается риск техногенных катастроф, в природе формируются предпосылки к глобальному изменению климата и переходу планеты к новому продолжительному ледниковому периоду и т.д.).

Текущая конфигурация транспортной системы спроектирована для достаточно щадящих условий окружающей среды при эксплуатации, но стоит случиться паводку, гололеду, землетрясению, шторму, урагану, резкому падению температуры – и сразу же автомобильные дороги, трубопроводы, высоковольтные линии, железнодорожные пути, порты и аэропорты оказываются практически блокированными и наступает транзитный коллапс пищевых, энергетических и иных ресурсов.

Безопасное и компромиссное (по отношению к природе) развитие цивилизации и расширение областей ее распространения, уход от неэффективного разрастания вширь городов и сетей инфраструктуры вокруг них должны быть обеспечены экологически чистым транспортом глобального вездесущего охвата, не привязанным к конкретным элементам рельефа поверхности.

На основании вышесказанного, необходимо создавать альтернативную транспортную систему планетарного масштаба, которая бы отвечала критериям ноосферосовместимости и в то же время нивелировала бы указанные в недостатки существующей транспортной системы.

Новая ноосферосовместимая транспортная система должна обеспечить:

• на ближайшие 100 лет объем грузоперевозок и пассажироперевозок, не менее чем в три раза превышающий текущий;

• удешевление грузоперевозок и пассажироперевозок;

• минимальный объем инфраструктуры (уменьшить протяженность дорог, трубопроводов, ЛЭП, просек, количество аэропортов, портов, вокзалов и т.д.);

• минимальное вмешательство в рельеф местности;

• минимальное шумовое и химическое воздействие на окружающую среду;

• повышенную безопасность перевозки;

• доставку пассажиров и грузов на максимальном приближении к конечному пункту назначения, иными словами, реализовать парадигму “от двери до двери”.

Формирование такого транспорта в рамках существующего технологического уклада крайне затруднено, поскольку сложившиеся классические школы автомобильной, железнодорожной, морской, и речной, трубопроводной и иной наземной или водной транспортной систем уже более столетия производят лишь итерации старых парадигмальных представлений людей о транспорте, связанных еще с древнеримской идеологией развития сети дорог и узловых станций, центров-префектур и гарнизонов.

Послепродажное обслуживание авиационной техники (на примере ПАО «Туполев»)

Кузнецова В.Е.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Полищук Н.В.
МАИ, Москва
valkyz@yandex.ru

Послепродажное обслуживание (ППО) — это оказание услуг покупателю после продажи ему товаров, что делает эти товары еще более полезными для их владельцев. Дешевое и эффективное послепродажное обслуживание имеет огромное значение для повышения конкурентоспособности товара; отсутствие у покупателей уверенности в качестве и цене послепродажного обслуживания может сделать товар неходовым.

Со стороны эксплуатационной документации процесс ППО предусматривает следующее: обеспечение актуальной технической документацией, выработку специальных решений (например, схема ремонта вне пределов SRM), а также исправление неточностей и ошибок. Процесс включает в себя также задачи, касающиеся технического обслуживания, такие, как выполнение технического осмотра при вводе самолета в эксплуатацию, выполнение сложных видов технического обслуживания, например, сервисных бюллетеней. Не исключается взаимодействие со сторонними организациями по техническому осмотру.

Процесс ППО включает в себя также обучение персонала, а именно подготовку авиационного персонала, разработку и валидацию технических средств обучения (СВТ, тренажеры). Немаловажную часть послепродажного сопровождения авиационной техники занимает логистика и мто: организация складов запасных частей и материалов, оперативная доставка запасных частей и материалов, доставка запасных частей и материалов при выполнении сервисных бюллетеней.

ПАО «Туполев» -конструкторское бюро, занимающееся обслуживанием самолетов семейства Ту. Для более глубокого изучения данной темы следует рассмотреть отдел послепродажного обслуживания. Среди обслуживаемых отделом самолетов можно выделить следующие: Ту-204, Ту-214, Ту-134, Ту-154, Ту-334. Отдел послепродажного обслуживания:

• Обеспечивает безопасную и эффективную эксплуатацию самолетов семейства Ту.

• Поддерживает потребителя продукции.

• Продвигает продукт на рынке.

Основное предназначение системы послепродажного обслуживания ПАО «Туполев» авиационной техники в компании Туполев состоит в обеспечении ее коммерческого успеха за счет предоставления заказчикам всесторонней сервисной поддержки, ориентированной на поддержание и непрерывное совершенствование безопасности, надежности, и коммерческой эффективности самолетов в эксплуатации. Компания имеет центры поддержки заказчиков, которые решают проблемы оптимизации эксплуатации и сложные технические проблемы. Локальные технические представители компании решают оперативные технические задачи в зависимости от места запроса.

Таким образом, послепродажное обслуживание — это рыночная стратегия, применяемая с целью увеличения объема продаж.

При написании исследовательской работы были использованы следующие методы: анализ документов и литературы для изучения истории развития компании ПАО «Туполев», ее деятельности, процесса послепродажного обслуживания; интервью с директором отдела, которое помогает рассмотреть действующую систему послепродажного обслуживания со стороны управляющего, а также экспертный опрос, который позволяет сопоставить ответы респондентов для выявления преимуществ и недостатков системы послепродажного обслуживания.

Список литературы

1. Абрамов Б.А, Абрамова Е.Р. Проблемы создания системы послепродажного обслуживания самолетов на основе интегрированной логистической поддержки // Научный вестник МГТУ ГА. 2009. №141. Серия Аэромеханика, прочность, поддержание летной годности ВС.

2. Полищук Н.В. Интегрированная логистическая поддержка и стоимость жизненного цикла воздушного судна // Транспортное дело России ISSN 2072-8689. 2017. № 4. С. 112-116.

3. Полищук Н.В. Логистика: учебное пособие. – М.: ТЕЗАУРУС, 2016. – 144 с.

4. Торгушина Е.В. Оценка производства рыночных услуг в вариативных условиях развития Самарского региона: диссертация ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Торгушина Екатерина Васильевна; [Место защиты: Ин-т экономики и социальных отношений].– Москва, 2009.– 158 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-8/3371.

5. Экономика. Толковый словарь / Дж. Блэк. Общая редакция: д.э.н. Осадчая И.М. М.: ИНФРА-М, Издательство "Весь Мир", 2000. 840 с.

Философско-методологический анализ и выявление перспектив использования искусственного интеллекта в космическом пространстве

Кулага А.И., Марценюк Е.А.
Научный руководитель — к.ф.н. Матыцин А.А.
МАИ, Москва
happykorvin@gmail.com

История создания искусственного интеллекта (ИИ) берет начало в середине XX века. Еще тогда философы рассуждали о природе и назначении человеческого интеллекта. В начале 1980-х гг. ученые в области теории вычислений Барр и Файгенбаум предложили следующее определение ИИ: «Искусственный интеллект — это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, — понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т.д.». Позже к ИИ стали относить ряд алгоритмов и программных систем, отличительным свойством которых является то, что они могут решать некоторые задачи так, как это делал бы размышляющий над их решением человек. Основные свойства ИИ — это понимание языка, обучение и способность мыслить и, что немаловажно, действовать. Сферы применения ИИ достаточно широки и охватывают все новые появляющиеся направления: игры, живопись, медицина, спорт, литература, криминалистика и др. Но автоматизация помогает людям не только на Земле. Искусственный интеллект применяется в освоении космического пространства. Большой рывок в области освоения космоса был сделан в середине XX в. и в большой степени был обусловлен конкуренцией между СССР и США. Если бы интенсивность разработок с тех пор не

снизилась, то к настоящему моменту достижений было бы существенно больше. Но как только США получили в этой гонке преимущество, мотивации к разработкам стало меньше. В 1960-е гг. НАСА получала более 4% федерального бюджета США. Сейчас ей достается 0,6%. С появлением новых технических возможностей расходы на исследования могут сократиться. В первую очередь, это касается возможности беспилотных операций, которые значительно менее затратны, чем отправка в космос людей. Наиболее дорогостоящая — Международная космическая станция. Иными словами, в отсутствие политической и экономической мотивации космическая отрасль начинает терять финансирование. Поэтому разработки в сфере ИИ представляются наиболее перспективным.

Анализ социальной активности студентов Ступинского филиала МАИ в эпоху цифровых технологий

Лезжова А.М., Каратаева Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Белова С.Б.
МАИ, Ступино
alenalezzhova@yandex.ru

В сфере образования президентом Российской Федерации поставлена задача воспитания к 2024 году «гармонично развитой и социально ответственной личности на основе духовно-нравственных ценностей народов Российской Федерации, исторических и национально-культурных традиций» (Указ №204 от 07.05.2018). Это невозможно сделать без активного участия молодежи в общественной жизни общества. С 2019 года при участии вузов начинает реализовываться федеральный проект «Социальная активность», основной целью которого является развитие добровольчества, талантов и способностей молодежи. Основные составляющие проекта следующие:

1) участие в деятельности общественных объединений,
2) участие в добровольческой деятельности,
3) участие в студенческих мероприятиях,
4) участие в клубном студенческом движении.

Залогом успешной реализации проекта в городском округе Ступино является потенциал Ступинского университетского образовательного округа. Для объединения талантливой активной молодежи в 2014 году был организован клуб Университетского округа «МАФиН». Студенты Ступинского филиала МАИ являются основателями и активными участниками клуба, который стал инновационной моделью организации студенческой жизни. Был сформирован единый коллектив, общая молодежная среда для реализации совместных проектов. Наиболее масштабными и успешно реализованными стали следующие межвузовские проекты:

1. Ежегодная молодежная межвузовская научно-практическая конференция «Колачёвские чтения», которая проводится с 2015 года по настоящее время (сайт конференции kolachevconf.ru).
2. Общественное экологическое движение «ЭкоСтупино» — с 2015 года по настоящее время (сайт экоступино.рф).
3. Благотворительный марафон «Ступино помогает детям» — 2018 год.

Для анализа социальной активности студентов в Ступинском филиале МАИ был проведен социологический опрос, в котором приняли участие 139 человек в возрасте от 17 до 31 (1-й курс – 56 чел., 2-й курс – 16 чел., 3-й курс – 11 чел., 4-й курс – 56 чел.). Мониторинг показал высокий уровень интернет-активности. Наиболее популярны социальные сети, среди которых лидерами являются VK и Instagram. Было выяснено, что сеть VK, как правило, применятся для обмена информацией и общения, а Instagram — для обмена фото и видео-контентом. Кроме того, в информационных процессах важную роль играют Web-сайты. Студентами Ступинского филиала МАИ созданы три сайта для каждого из направлений работы: научного, экологического, клубного (mafinst.ru).

Как показал опрос, основная часть респондентов начала пользоваться компьютерными устройствами (ПК, ноутбуки, смартфоны и т.д.) в возрасте до 16 лет – 89,5%. Из них 46,4 % — до 10 лет и 6,5% — до 5 лет (для маёвцев эти показатели выше: 96, 55 и 10% соответственно).

Для анализа участия студентов в направлениях, которые необходимо будет реализовывать в проекте «Социальная активность», был проведен опрос по каждой из составляющих проекта:

1) доля респондентов, участвующих в деятельности различных общественных организаций и объединений, в том числе в экологическом движении «ЭкоСтупино», составила 35 %;
2) 29 % опрошенных студентов принимают участие в добровольческой деятельности (в том числе в проекте «Благотворительный марафон «Ступино помогает детям»);
3) студенческие мероприятия столь многообразны, что был проведен опрос по различным направлениям: 24% респондентов-маевцев принимает участие в научных мероприятиях разного

уровня; 28% — в культурно-творческих мероприятиях; наибольший процент респондентов (77%) участвует в различных общественных мероприятиях.

Из анализа проведенного опроса можно сделать вывод, что студенты Ступинского филиала МАИ станут активными участниками следующих студенческих мероприятий федерального проекта «Социальная активность»:

-Диалог на равных (Дискуссионный студенческий клуб);

-Национальная лига студенческих клубов (направлена на создание и развитие сети студенческих клубов);

-Россия – страна возможностей (открытая площадка для общения и обмена опытом);

-OnRussia (единое студенческое мобильное приложение).

Социальная активность студентов — это шаг к успешной карьере. Это возможность влиять на настоящее и формировать будущее.

Волонтерский космический забег в России

Лопина С.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.н. Сидорова И.М.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
sveta.lopina2013@yandex.ru

Повседневная жизнь человека не обходится без влияния космонавтики, которая несет в себе множество преимуществ. Спутниковая связь, навигационные системы, телевидение, прогноз погоды и многое другое — все это возможно благодаря исследованию космоса. И это лишь малая часть технологий, которые не были бы возможны без освоения космического пространства. В настоящее время в сфере исследования космоса трудится множество ученых. Космос является глобальной средой, а результаты его исследования — общее достояние человечества. Человек будет стремиться изучать космос и однажды сделает его своим домом, но для совершения новых прорывов в космонавтике людям нужно мечтать и трудиться во благо науки, как когда-то мечтали и воплощали мечты в жизнь основоположники современной космонавтики. В жизни можно достигнуть любой поставленной цели, нужно просто не переставать двигаться к ней. Необходимо показать молодому поколению, что и в их жизни возможно всё, но нужно не только мечтать, но и получать образование, работать, развиваться и помогать людям.

В 1957 году СССР запустил первый искусственный спутник Земли. В честь этой даты волонтерское объединение организовало всероссийскую акцию «Волонтерский космический забег». Здоровый образ жизни, отличная подготовка и самочувствие – залог космического успеха, и это правило наглядно подтверждают космонавты. Целью «Волонтерского космического забега» является пропаганда и развитие физкультуры и спорта, а также продвижение идеи развития российских космических исследований.

В забеге приняли участие представители многих добровольческих движений. Они показали своим примером, что волонтерство вышло на новый «космический» уровень. На старте эстафеты участников ждал сюрприз — видеообращение космонавтов с борта Международной космической станции.

Дистанция, которую должны были преодолеть участники, составила 1957 метров, что символизирует год запуска первого искусственного спутника Земли. Это мероприятие – один из шагов в развитии волонтерской деятельности как эффективного инструмента становления и развития гражданского общества.

Акция прошла в 2017 году во многих городах России, например в Иванове, Челябинске, Липецке, Торжке, Курске. К «Волонтерскому космическому забегу» подключились спортсмены, общественные деятели и представители органов власти, молодежные спортивные объединения, гражданские активисты и некоммерческие организации. Организаторами акции выступали Федеральное агентство по делам молодежи, Роспатриотцентр и корпорация РОСКОСМОС.

Формирование экономических категорий в период меркантилизма

Лукичева В.Ю.
Научный руководитель — доцент, Ременникова И.А.
МАИ, Москва
valeria.lukichiova@yandex.ru

В любой области знания большое значение имеет научная терминология, позволяющая точно определять и различать понятия. Экономическая теория – не исключение. В процессе развития экономической науки возникали различные направления и школы, причём в рамках одного направления может существовать несколько школ. Рассмотрим одно из таких направлений – меркантилизм.

Период меркантилизма (фр. mercantilisme, m) — время, когда руководители государств увеличивали экспорт (фр. exportation, f) и сокращали импорт (фр. importation, f), чтобы увеличить денежную массу (фр. masse monétaire, f), т.е. обменять товар на деньги. Денежный эквивалент зависел от стоимости золота и серебра. Экспорт позволял получать прибыль от промышленного и сельскохозяйственного производства. Эти процессы связаны с понятием прибавочной стоимости.

Прибавочная стоимость – "«profit upon alienation» [4] (фр. plus-value, f), т.е. прибыль от отчуждения". Это утверждение отражает сущность важного понятия теории меркантилизма. Карл Маркс писал, что «это разница между созданной в процессе труда новой стоимостью и стоимостью, которая была использована для создания этой новой стоимости» [6].

Известный французский государственный деятель Жан-Батист Кольбер уделял особое внимание производству, поскольку считал, что именно рост внешних торговых отношений увеличит богатство страны. Его усилия были направлены на развитие промышленности, приходилось нанимать квалифицированных рабочих из других государств, чтобы сократить издержки, он ввел усиленную систему контроля качества.

Торговый баланс (фр. balance commerciale, f) – важнейшее понятие в период меркантилизма, трактуется как «система мероприятий, направленных на то, чтобы вывоз превышал ввоз» [4]. Эта категория актуальна и сегодня. Она отражается в таком показателе, как внешнеторговый баланс страны.

Хотя каждое государство стремилось к сокращению импорта, оно в силу целого ряда факторов (климатических, географических, демографических, научно-технических и т.д.), участвовало в международном разделении труда и, экспортируя свою продукцию, импортировало иностранные товары.

Колонизация – процесс заселения и освоения новых территорий. «Заводя новую колонию, метрополия получала новый рынок (фр. débouché, m), куда могла сбывать свою продукцию и откуда могла получать сырье (фр. matières premières, f. pl); с колонией, очевидно, легче всего было установить «выгодный торговый баланс» [1]. При этом интересы колоний приносились в жертву интересам метрополии, что легко было сделать путем соответственных регламентаций».

Новые территории, новые источники сырья, новые рынки — все это увеличивает рост налогов (фр. impôt, m) в бюджет государства-колонизатора. Для решения проблемы правового регулирования движения товаров вводилась тарифная политика.

Тарифная политика (фр. politique tarifaire, f)– экономический инструмент развития налоговой системы, который позволяет регулировать рынок и увеличивать богатство государства.

Эти основные понятия политики меркантилизма выражаются также в возникновении соответствующей французской терминологии. Важно, что эти понятия отражают сущность учения меркантилизма и механизм развития данного направления экономической теории.

Список литературы

1. Название Gilbert Guillaumin. Collection des principaux economists, 1851.
Электронный ресурс: https://books.google.ru/books?id=AVgKAQAAMAAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=twopage&q&f=false
2. Электронный ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/Колонизация
3. Электронный ресурс: https://ru.wikisource.org/wiki/ЭСБЕ/Меркантилизм
4. Розенберг С. Меркантилизм и социально-философские основы физиократической системы: очерк из истории экономической мысли. Иркутск: Изд. Иркутского ун-та, 1927. - 82, [3] с.
5. Название Dicipedia. Иностранные языки для всех. Словари онлайн. Электронный ресурс: https://dicipedia.com/dic-ru-fr-uni-term-32427.htm
6. Электронный ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/Марксистская_политическая_экономия #Прибавочная_стоимость

Космический туризм XX-XXI вв

Мелкова Е.П.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сидоров Л.Г.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
YaElenaM11@mail.ru

Космонавтика — один из самых прогрессивных видов человеческой деятельности. Она необходима обществу, так как направляет человечество на решение задач его будущего развития. Проблемы освоения космического пространства стоят на одном из первых мест в системе межкультурных взаимодействий. Инициативы, связанные с космическим туризмом, способствуют развитию и популяризации международных космических исследований, развивают связи между народами.

На сегодняшний день активно развивается несколько частных программ. Одна из них принадлежит компании «Роскосмос». Ранее «Роскосмос» выступал в партнёрстве с агентством космического туризма Space Adventure. Они отправили восемь туристов на орбиту. Но сейчас компания нацелена на развитие собственных программ в сфере космического туризма. Среди глобальных планов на будущее – строительство шаттла с каютами для туристов на борту, строительство второго модуля на МКС для создания гостиницы для туристов. РКК "Энергия" разрабатывает проект модернизации космического корабля "Союз", который позволит облететь спутник земли. Недавно в России была создана ещё одна компания, «КосмоКурс». В рамках фонда Сколково она занимается созданием многоразового суборбитального космического комплекса для туристических полётов в космос. Он состоит из многоразовой суборбитальной ракеты-носителя и многоразового суборбитального космического аппарата, предназначенного для космической экскурсии на высоту орбиты Гагарина по незамкнутой траектории, уже идёт приём заявок на полёты.

Однако такие путешествия являются дорогостоящими, требуют тренировки и самодисциплины. Новые проекты нуждаются в технической и экономической поддержке, во взаимодействии с космодромом, производственной базой. Возможности туриста ограничены: он не может в любое время подойти к иллюминатору, не имеет права отвлекать профессионалов от их работы. МКС предназначена для проведения серьезных экспериментов, и на ее борту постоянно работают профессиональные космонавты. Также следует отметить, что подготовка высококвалифицированных космических инженеров и опытных пилотов требует много средств, сил и знаний. Необходимо заинтересовывать молодёжь космическими исследованиями, объяснять проблемы развития космоса широкой аудитории: отвечать на вопросы журналистов, публиковать материалы, публично обсуждать планы, выпускать отечественные фильмы и книги. Ещё одним ограничением развития космического туризма является то, что не все люди, которые могут позволить себе дорогой и экзотический отдых, могут осуществить это из-за проблем со здоровьем. Ведь космос — это удовольствие для людей физически выносливых. В связи с этим возникает проблема, связанная с интенсивностью полётов. Жизнеспособность частных программ значительно повышается благодаря космическому туризму, но это невозможно без надежного и экономичного пассажирского транспорта. Существует еще мало кораблей, способных доставлять туристов на орбиту. Основная задача — создание многоразовых космических кораблей. Надежный и экономичный транспорт требует туристического спроса. Стоит ожидать в ближайшем будущем развития суборбитальных путешествий, пока не появятся новые транспортные средства, которые более экономичны.

Рынок космических услуг только складывается, и для осуществления частных полётов ещё многое предстоит поменять. Спрос, безусловно, будет определяться успехами или неудачами первых миссий, маркетингом миссий. Можно ожидать, что ранний успех приведет к более широкому притоку инвестиций в космический туризм. Благодаря государственной поддержке, в партнерстве с частными предпринимателями в развитии науки по другим коммерческим начинаниям в конечном итоге будет проложен путь для туризма. Индустрия частных космических полетов уже стартовала, и прогресс в ней неизбежен.

Актуальность психологического знания для студентов Института инженерной экономики и гуманитарных наук МАИ

Нестеров Д.М.
Научный руководитель — д.психол.н. Лысаков Н.Д.
МАИ, Москва
nesterov08@gmail.com

Психология – это наука о закономерностях формирования и развития психики человека и животных. Известно, что студены бакалавриата Института инженерной экономики и гуманитарных наук на первом курсе изучают учебную дисциплину «Психология», далее такие учебные дисциплины, как «Социальная психология», «Психофизиология трудовой деятельности»» и другие отраслевые науки в области психологии. При этом соблюдена логическая последовательность: от освоения терминологии, знакомства с основными психологическими теориями и методологией в целом, осуществляется переход к изучению конкретных прикладных вопросов психологии менеджмента высокотехнологичных отраслей промышленности.

Какое значение для профессии и личной жизни имеют эти курсы, мы исследовали в ходе опроса выпускников 2018 г. кафедры «Социология, психология и социальный менеджмент» (N=30 человек). В результате зафиксированы следующие ответы в порядке значимости:

• Знание психологии помогает наладить отношения с коллегами и руководством.

• Усвоение социальной психологии, с конкретными примерами жизнедеятельности авиационного предприятия, способствует более интенсивной успешной адаптации к новым условиям.

• Понимание положений конфликтологии помогает разрешению и преодолению конфликтов.

• При формировании семьи и хороших отношений между супругами и их родственниками также полезно знание психологии.

Анализ отзывов о работе выпускников на предприятиях говорит о том, что особое внимание в настоящее время уделяется развитию коммуникативной компетентности молодых сотрудников. Причины, по нашему мнению, кроются в неоднозначном влиянии гаджетов на жизнь молодых людей. Замена непосредственного общения передачей информации с помощью различных компьютеризированных устройств привела к резкому снижению коммуникативных навыков молодежи. Это выражается в низком уровне ведения деловых переговоров, высокой конфликтности, плохом умении выстраивать диалог по телефону или другому приемо-передающему устройству.

Привыкание к автоматизированному приему-передаче информации в той или иной мере присуще и специалистам профессий особого риска, таких, как летчик (пилот) или другой член экипажа. В публикациях авиационных психологов подробно рассмотрены причины и выработаны рекомендации по профилактике и коррекции взаимодействия оператора в контуре «человек—машина—среда».

Итак, востребованность психологического знания в современном производстве и обществе не вызывает сомнения. Необходимо сосредоточить усилия педагогов, научных работников на решении важных психологических задач в интересах выпускников МАИ.

Список литературы

1. Коган Е.А. Успешная карьера в представлениях студенческой молодежи // Социология образования. 2017. № 3. С. 109-116.

2. Лысакова Е.Н. Теоретические основы отечественной военно-авиационной психологии // Военная мысль. 2010. № 1. С. 71-78.

3. Лысакова Е.Н. Отечественная авиационная психология: прошлое, настоящее, будущее // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. 2010. № 136. С. 39-46.

Философия программирования

Никольская Е.А.
Научный руководитель — к.ф.н. Матыцин А.А.
МАИ, Москва
Shirli-short@yandex.ru

Обычно под термином «программирование» понимается написание программ для компьютеров и технических устройств в целом, но в наше время все чаще стала возникать необходимость в составлении так называемых «умных программ». Это написание таких программ, которые помогают людям в решении сложных задач, а также таких, которые могут соперничать с человеческим интеллектом.

Вначале, когда написание программ было простым занятием, не требующим особых навыков, программированием занимались сами производители электронно-вычислительных машин, но потом, с повышением сложности выполняемых задач, стали требоваться люди с отличными знаниями и особым складом ума для выполнения этих задач. Впоследствии стали рассматривать сочинение программ как новую профессию, особый характер деятельности, приравниваемую к искусству в некотором роде.

Создавая что-то своими руками, человек получает художественное удовольствие. С программами и программистами происходит то же самое, творец, написав программу, получает удовлетворение не только как мастер, из-под чьего пера выходит нечто, но и как автор, результат деятельности которого приносит наслаждение пользователям, использующим эту программу. Ведь искусство раскрывает себя в чувственной форме, в художественном оформлении.

В наше время перед человечеством возник новый вопрос: считать написание программ искусством или просто работой?

Программист имеет возможность имитировать реальные объекты и изменять их по своему желанию, но моделирование существующих вещей не является достаточным основанием для того, чтобы производить программирование в вид искусства. С этой стороны программирование считается ремеслом.

Если взглянуть под другим углом, с появлением компьютерной графики появилась возможность воплощения всех мыслей и фантазий человека для представления их целевой аудитории. Теперь компьютерная графика заняла высокое положение в направлениях искусства, например в живописи, мультимедиа, мультипликации, киноиндустрии и так далее. Человечество получило в свои руки средство, позволяющее создавать произведения искусства. И в этом плане компьютерная графика достигла таких высот, что почти невозможно отличить результат деятельности компьютеров от настоящих картин, однако за этими результатами стоит человек, создавший все это.

Вопросы, рассмотренные в данной работе, достаточно значительные, и программированию, как относительно молодой науке, требуется свежий философский взгляд. Но вместе с тем можно сделать вывод, что не следует приписывать программирование ни к рутине, ни к искусству полностью.

Роль философии в создании инновационных технологий

Палий М.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Безклубая С.А.
МАИ, Москва
maria.pma99@gmail.com

Наше будущее – инновации или обновлённый подход к уже воплощённым идеям, создание совершенно нового во всех областях науки и техники для развития жизни и решения человечеством проблем. Успех инноваций в технологической сфере сегодня определяется философскими аспектами. Роль философии в обновлении технологий заключается в том, что она, формируя новые для человечества мировоззренческие и ценностные ориентиры, меняет и разнообразит его деятельность. Продолжающийся в мире кризис (мировоззренческий, социальный, экономический, культурный, экологический) требует инновационных изменений в разных технологических сферах, а значит, и исследования роли философии в этих процессах.

Инновации – это внедрённое новшество, которое обеспечивает рост эффективности процессов и продукции и востребовано рынком. В ходе инноваций всегда должно быть получено то, что прежде не применялось: новые знания, технологии, изделия; новые организационные формы общества, такие, как образование, управление, наука, организация труда, информатизация. Далее новшество должно быть внедрено и должна быть получена дополнительная ценность от этого внедрения: прибыль, опережение, лидерство, качественное превосходство, креативность, прогресс, более высокое качество жизни. Инновации – это всегда процесс и его результат. Часто инновации отождествляют с модернизацией. Модернизация есть широкое понятие: усовершенствование, отвечающее современным требованиям, вбирающее традиционные и инновационные черты [1].

Инновации технологические успешны, если соответствуют общечеловеческому пониманию «вечных» проблем философии (смысла жизни, возможности познания мира, морали и нравственности, духовности). Только в таком случае в обществе появляются технологии, основанные на идеях партнёрства: космического, экологического, нравственного. Философский подход к инновациям ориентирует человечество на коэволюцию – гармоничное сосуществование естественного мира природы и искусственного мира культуры [2]. Сделать коэволюционное мышление частью высокотехнологических инноваций по силам специалистам аэрокосмической

отрасли, фундаментально изучающим устройство мира и наши связи с ним. Практика широкого обсуждения гражданским обществом инновационных предложений, в определённой степени открытый для простых людей доступ к информации, проведение социально-гуманитарных экспертиз – всё это свидетельствует о влиянии философского подхода на инновационную политику государства. Философия технологического прогресса – не только единство, но и динамика ценностных ориентаций социальных и профессиональных слоёв общества. Взгляды конструктора, производителя, потребителя, учёного на новшества со временем меняются, но суть инновационной деятельности человека по-прежнему основывается (как в классической философии Аристотеля, Платона) на сочетании мира вещей и мира идей [3].

Таким образом, философия сегодня, как и прежде, формирует мировоззренческие ориентиры для новаторской деятельности человека. Философия обобщает мировую теорию и практику социального, культурного и технологического развития; интегрирует традиционный опыт научного познания с инновационным.

Список литературы

1. Лебедев С. А., Ковылин Ю. А. Философия научно-инновационной деятельности. — М.: Академический проект, Парадигма, 2012. — 182 с.
2. Бакланова Т. А. Социально-философские аспекты инженерной деятельности // Дис. к.ф.н. — Ставрополь, 2011 — 177 с.
3. Кохановский В. П. Философия: конспект лекций. — Ростов-на-Дону: Феникс. – 2005. – 192 с.

Анализ адаптации молодых специалистов на авиатранспортном предприятии

Панченко Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва
Natalia.panchenko@bk.ru

Адаптация является одним из важнейших элементов системы управления персоналом предприятия. Проблема недостаточного внимания к такому явлению, как адаптация новых сотрудников в организациях, сохраняется на предприятиях и в настоящее время.

С целью определения основных проблем адаптации молодых специалистов был проведен опрос новых сотрудников компании.

Методом анкетного опроса были опрошены специалисты—диспетчеры международного аэропорта Шереметьево. Данное исследование проводилось в июне 2018 года с целью выявления необходимости специальных программ по адаптации для повышения эффективности прохождения адаптационного периода. Выборка респондентов состояла из 53 человек, работающих в подразделении СОПП (служба обеспечения пассажирских перевозок) на должности «специалист-диспетчер».

Среди респондентов 51% лиц мужского пола и 49% лиц женского пола (27 и 26 человек соответственно). Возраст опрашиваемых составил в основном от 18 до 36 лет (93%), при этом более молодая группа (в возрасте от 18 до 25 лет) насчитывала 53% (28 человек), а старшая группа (в возрасте от 26 до 35 лет) — 40% опрошенных (21 человек соответственно). Доля тех, кто старше 36 лет, составила всего 7% от общего числа опрошенных.

В ходе исследования выяснилось, что сотрудники международного аэропорта Шереметьево, занимающие должность «специалист-диспетчер», при прохождении адаптационного периода сталкивались с рядом проблем.

Большинству опрошенных не хватало индивидуального подхода со стороны руководства, а также наличия наставника в первые месяцы работы.

Необходимыми факторами, способствующими успешному прохождению адаптационного периода, по мнению респондентов, являются наличие наставника (38%), обучение функциональным обязанностям (35%). Также немаловажным фактором является индивидуальный план адаптации, его выбрали 20% опрошенных.

В ходе проведенного исследования была выявлена взаимосвязь между наличием наставника и периодом адаптации. Специалисты, у которых был наставник, адаптировались значительно быстрее (до 1 месяца), в отличие от тех сотрудников, у которых таковой отсутствовал, — период адаптации у них длился в основном от месяца до трех, а у 15% (8 респондентов) он затянулся до четырех месяцев и более.

Также исследование показало, что сотрудники в целом удовлетворены своим положением в коллективе, у них нет конфликтов с руководством, а социально-психологический климат в коллективе оценивается большинством как благоприятный и доброжелательный.

Можно сделать вывод, что наличие наставника, индивидуального плана адаптации, а также тщательно спланированное обучение функциональным обязанностям помогут новым сотрудникам уменьшить количество ошибок и быстрее погрузиться в работу в новой компании.

Список литературы

1. Латышева В.В., Разумнова Л.В. Совершенствование процесса профессиональной адаптации молодых специалистов на предприятиях аэрокосмической отрасли России// Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2017. № 10 (104).

2. Коган Е.А. Успешная карьера в представлениях студенческой молодёжи //Социология образования. 2017. № 3. С. 109-116.

3. Гриб Е.В., Коломоец Е.Н. К вопросу об эффективности обучения персонала в организации//Транспортное дело России. 2016. № 2. С. 11

К вопросу о состоянии и перспективах семьи как социального института

Петушкова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Тарасова Г.Н.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
petushkowa.anastasia@yandex.ru

Начиная со второй половины 20 века исследователи многих стран мира, в том числе и нашей страны, отмечают нарастание негативных тенденций в эволюции института семьи. В этом контексте анализируются довольно известные факты: рост числа одиноких мужчин и женщин, катастрофический процент разводов, падение уровня рождаемости, увеличения количества неполных семей, активизация сексуальных отношений вне официального брака и т. п. [1,2,5].

Общепризнанным является вывод о том, что традиционная патриархальная семья в индустриально развитых странах осталась в прошлом. Представляется интересным рассмотреть сложившуюся ситуацию в контексте основных социальных функций семьи (перечень функций предложен известным исследователем Мацковским М. С.)[6].

Исходя из посреднической роли семьи, которая удовлетворяет потребности и общества, и личности, эти функции делятся на две группы – общественные и индивидуальные. Первые связаны с тем, что общество заинтересовано в биологическом и социальном воспроизводстве поколений; в рамках семьи обеспечивается уход за детьми и поддержание физического здоровья членов общества; семья оказывает экономическую поддержку несовершеннолетним и нетрудоспособным членам общества; первичный социальный контроль – важнейшая задача семьи, так как в рамках малых социальных групп он всегда более эффективен. Социальный институт семьи обеспечивает воспроизводство социальной структуры, предоставляя определенный статус членам семьи. Наконец, традиционная задача семьи — организация рационального досуга и эмоциональная стабилизация индивидов.

По нашему мнению, все перечисленные общественные функции семьи сохраняют актуальность и в современном обществе. Другое дело – индивидуальные функции. Например, удовлетворение потребности в детях. В условиях современной индивидуальной свободы рождение детей вне официального брака и семьи, как правило, не осуждается обществом и вполне возможно для человека. Если рассматривать экономическую и хозяйственно-бытовую сферы, то в традиционном обществе, как известно, существовала зависимость женщины от мужчины. Современные женщины имеют возможность и способность самостоятельно обеспечивать удовлетворение своих потребностей в этих сферах.

В современном обществе социальное самоопределение человека во многом зависит от его личных достижений, самореализации. Общество предоставляет огромные возможности для духовного развития личности, и даже предоставление индивидуальной психологической защиты приобретает институциональный характер в современном мире.

Тенденция индивидуализации и женщин и мужчин стала проявлением произошедших изменений в сфере отношений между полами. Ситуация складывается таким образом, что заинтересованность в семье у общества, его институтов может быть выше, чем у отдельных индивидов. Таково реальное противоречие современного мира. Не все исследователи видят в этом лишь проявление кризиса семьи, есть и те, кто усматривает в этом эволюцию семьи в изменяющемся социальном мире [3,4].

Список литературы
1. Кризис семьи и депопуляция в России («круглый стол») // Социологические исследования, 1999. № 11. С. 50-57.
2. Антонов А.И., Сорокин С.А. Судьба семьи в России XXI века. М.: ИД «Грааль», 2000. С. 126, 252, 282, 380.
3. Голод С.И. Семья и брак: историко – социологический анализ. СПб.: ТОО ТК «Петрополис», 1998.
4. Гурко Т.А. Трансформация брачно-семейных отношений // Россия: трансформирующееся общество / Под ред. В.А. Ядова. М.: Канон-Пресс-Ц, 2001. С. 272-283.
5. Гурко Т.А. Становление социологии семьи в России // Социологические исследования, 2018. № 6. С. 40-46.
6. Мацковский М. С. Социология семьи. Проблемы теории, методологии и методики / Отв. ред. Г. С. Батыгин. М.: Наука, 1989.

Юрий Алексеевич Гагарин: Саратовские страницы

Ростомян А.А., Ветрова П.В.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Вельможко И.Н.
МАИ, Москва
arturabaz68@mail.ru

Имя первого космонавта Земли Юрия Алексеевича Гагарина известно всем.

Ю.А. Гагарин родился 9 марта 1934 г. в Смоленской области. Учился в ремесленном училище в Люберцах, потом поступил в Саратовский индустриальный техникум на литейное отделение, при поступлении в техникум Ю. Гагарин и его товарищи должны были подтвердить свой профессиональный уровень, система среднего образования того периода предусматривала серьезную профессиональную составляющую. Решетки, которые их группа отливала в качестве производственного задания по специальности, и сегодня сохранились в городе Саратове в сквере около Театра академической драмы им. Слонова.

Впоследствии Юрий Алексеевич неоднократно вспоминал годы жизни и учебы в Саратове, как, только приехав в город, он вместе с друзьями отправился на Волгу, что учебный процесс в саратовском техникуме был значительно сложнее, чем в школе или ремесленном училище, оснащение кабинетов гораздо солиднее, и поэтому заниматься было интересно. Студент Ю. Гагарин записался в кружок физики, где ему поручили подготовить доклад о К.Э. Циолковском, его учении о ракетных двигателях и межпланетных путешествиях. Можно сказать, что именно с этого доклада и началась космическая биография Ю.А. Гагарина. 25 октября 1954 г. Ю.А. Гагарин впервые пришел в Саратовский аэроклуб, где совершил первый самостоятельный полет на самолете Як-18, то есть начал реализовывать свою мечту об авиации. Всего в Саратовском аэроклубе Ю. Гагарин выполнил 196 полетов и налетал 42 часа 23 мин. После окончания 2-го курса Ю. Гагарин с друзьями задумали поступить в Краснокутское училище гражданской авиации близ Саратова. Но их не взяли. В училище принимали людей со средним образованием. Если бы Гагарин поступил в Краснокутское училище и стал бы летчиком гражданской авиации, то не стал бы космонавтом, так как в отряд космонавтов зачисляли только военных летчиков.

В 1955 г. Ю.А. Гагарин с отличием закончил Саратовский индустриальный техникум, получив специальность литейщика, в память об этом фасаде техникума установлена мемориальная доска. В 1965 г. в техникуме открыли музей, посвященный Юрию Гагарину. Первыми экспонатами музея стали: личное дело учащегося техникума Ю.А.Гагарина и всё то, что связывало его с саратовской землей, в музее много фотографий. С течением времени музей рос и пополнялся новыми экспонатами. В 1985 г. Министерство культуры России присвоило музею звание народного. Сейчас Саратовский индустриальный техникум функционирует как Профессионально-педагогический колледж СГТУ имени Гагарина Ю.А., его так и называют — Гагаринский колледж.

После полета в космос первый космонавт приземлился на Саратовской земле, то есть возвращение из космоса произошло в тех же самых местах, где он учился летать на самолете. Можно сказать, что Саратовская земля стала второй родиной для Ю.А. Гагарина.

Анализ адаптации студентов первого курса МАИ к условиям обучения в вузе

Сазонов М.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва
mihail-sazonov171@yandex.ru

Проблема адаптации студентов первого курса к условиям обучения в вузе обусловлена тем, что от того, как студенты будут подготовлены на первом этапе своего обучения, будет зависеть дальнейшее обучение в целом.

Первый курс обучения в вузе связан с социальными переменами, сопряженными со стрессовыми ситуациями, из-за которых у студентов может пропасть желание учиться и посещать институт.

С целью определения основных проблем адаптации студентов первого курса к условиям обучения в вузе был проведен опрос молодых людей и девушек в возрасте 18201003419 лет, обучающихся в Московском авиационном институте. Количество респондентов составило 47 человек. Доля представителей мужского пола — 36%, а представительниц женского пола — 64%.

В ходе опроса выяснилось, что около половины первокурсников Московского авиационного института (МАИ), которые обучаются в Институте №5 «Инженерной экономики и гуманитарных наук», на первых этапах испытывают трудности с адаптацией к обучению. В основном они связаны с тем, что первокурсникам трудно концентрироваться, находить и самостоятельно обрабатывать информацию из учебников, анализировать большие объемы данных, ясно излагать свои мысли. Также стоит отметить, что около половины из опрошенных студентов не испытывали проблем с адаптацией к обучению в вузе, так как имеют способности к обучению, умеют концентрировать свое внимание, усидчивы и инициативны.

По мнению трети респондентов, процесс обучения в вузе затрудняет отсутствие взаимопонимания между преподавателями и студентами. Каждый пятый студент полагает, что неумение распределять время является одной из проблем адаптации к обучению в вузе. По мнению респондентов, объемные, трудные для усвоения предметы также затрудняют процесс обучения (21,3% и 19,1% соответственно).

Таким образом, можно сказать, что одной из основных проблем адаптации студентов является неумение первокурсников распределять свое время.

Также было исследовано, что в наибольшей степени помогает студентам адаптироваться к обучению в вузе, и что является наиболее важным для успешного прохождения обучения.

В ходе исследования выяснилось, что поддержка преподавателей, а также благоприятные отношения в учебной группе помогают адаптироваться к обучению в вузе.

Список литературы

1. Елгина Л.С. Социальная адаптация студентов в вузе // Вестник Бурятского университета. 2010. С. 162-166.

2. Разумовская Е. Социализация студенческой молодежи // Учитель. 2005. №2. С.11-12.

3. Коган Е.А. Перкова Е.П. Молодёжь об авиационной отрасли: состояние, привлекательность, качество образования// Высшее образование сегодня. 2015. №1. С. 45-50.

История развития аэродинамических труб в России

Сергеева Н.И.
Научный руководитель — доцент Юрченко Н.В.
МАИ, Москва
natasg@outlook.com

Современная аэродинамика, представляющая один из разделов гидромеханики или механики нетвердых тел, получила самостоятельное развитие как наука и является в настоящее время основой дисциплиной, без которой невозможны ни разработка новых образцов, ни совершенствование существующих летательных аппаратов. В аэродинамике на современном этапе ее развития, как и ранее, большую роль играет эксперимент, который стал многогранным и чрезвычайно сложным.

Несмотря на то что в настоящее время уже существуют ЭВМ с огромным быстродействием и памятью, еще не преодолены проблемы адекватного решения сложных пространственных задач аэродинамики.

Таким образом, цель настоящей работы — выявление перспективы развития аэродинамического эксперимента. Предметом исследования являются особенности аэродинамических труб, достоинства и недостатки аэродинамического эксперимента.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи: 1. Изучить аэродинамические трубы, построенные в России с момента зарождения аэродинамического эксперимента и до наших дней. 2. Выявить тенденции развития аэродинамических труб в соответствии с запросами общества и определить пути дальнейшего развития аэродинамического эксперимента.

В данной работе были исследованы аэродинамические трубы с момента зарождения аэродинамики как науки. Дан обзор первых аэродинамических труб, построенных Н.Е. Жуковским, имевших достаточно простую конструкцию. Далее был прослежен путь их развития: от дозвуковых аэродинамических труб до гиперзвуковых труб.

Список литературы

1. Официальный сайт ЦАГИ [электронный ресурс]. URL: http://www.tsagi.ru/experimental_base/
2. Харитонов А.М. Техника и методы аэрофизического эксперимента. Часть 1. Аэродинамические трубы и газодинамические установки. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. 220 с.
3. Аэродинамические трубы дозвуковых и сверхзвуковых скоростей: Методическое пособие / В.Т. Калугин, А.Ю. Луценко, Е.Г. Столярова, А.И. Хлупнов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 28 с.

История развития методов визуализации потока в аэродинамическом эксперименте

Скворцов М.С.
Научный руководитель — доцент Юрченко Н.В.
МАИ, Москва
misham-200@yandex.ru

Современная аэродинамика представляет собой один из разделов гидромеханики. Без этой дисциплины невозможно дальнейшее развитие летательных аппаратов (ЛА). Большую роль в этой дисциплине играет эксперимент. Для получения всех необходимых данных для исследования или усовершенствования летательных аппаратов необходимо знать, как поток газа взаимодействует с ними. С этой целью используются специальные методы, которые позволяют физически увидеть картину обтекания модели ЛА. Один из возможных методов — это моделирование на ЭВМ, но у моделирования есть недостатки, такие, как зависимость получаемого результата от квалификации программиста, строящего расчетную сетку. Также нельзя забывать, что все численные методы изначально содержат ошибку, связанную с допущениями модели. Поэтому в большинстве случаев используют методы визуализации в АДТ на модели ЛА. Результаты эксперимента можно использовать для верификации с численными методами для увеличения точности последних. Цель настоящего исследования — выявление перспектив использования методов визуализации на модели. Для этого были решены следующие задачи:

1. Проследить историю развития методов визуализации с момента первого использования.
2. Выявить тенденции развития методов визуализации в соответствии с запросами и выявить пути развития методов.

Список литературы

1. Харитонов А.М. Техника и методы агрофизического эксперимента. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.
2. Официальный сайт ЦАГИ: http://www.tsagi.ru
3. Бюшгенс Г.С. Бедржицкий Е.Л. ЦАГИ – центр авиационной науки. М.: Наука, 1993.
4. Научно-исследовательское отделение измерительной техники и метрологии ЦАГИ. М.: Изд-во ЦАГИ, 2017.
5. Знаменская И.А., Гвоздева Л.Г. Знаменский Н.В. Методы визуализации в механике газа. М., 2001.
6. Ван-Дайк Альбом течений жидкости и газа. М.: Мир, 1986.

Познание как смысл существования человека

Смирнова А.М.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
dimetra.09@mail.ru

Мы рождаемся в одиночестве и умираем в одиночестве. Звучит это грустно, но ведь именно в уединении мы осознаем мощь Вселенной, замечаем настоящую красоту – красоту космоса. Каково это – чувствовать себя крохотной песчинкой в необъятном мире?

Для чего мы живем? Кому это нужно? Каждый человек рано или поздно задумывается о смысле жизни (конечно, если ему изначально не вложили в голову какое-то объяснение, например религиозное).

У меня весьма скептическое отношение к религиям, я склоняюсь к итсизму – абстрактной вере в некий высший разум над нами. Поэтому меня не устраивали объяснения людей наподобие: мы живем, чтобы развить в себе любовь к Богу. Выслушав множество других ответов, прочитав большое количество информации, я проанализировала всё выясненное (а я могу, я ведь прикладной математик) и пришла к выводу, что вся наша жизнь протекает в поиске ответа на вопрос: «Зачем мы живем?» Почему наше существование необходимо, нам понять ещё не дано, но человечество всячески к этому стремится. Ведь вопросы во всех областях науки сводятся философскому вопросу: «А в чем смысл жизни?» Разум людей способен на многое, как доказали ученые, но не готов к познанию смысла собственного существования. Возможно, нам даже уже дали ответ на вопрос, зачем мы живем, но мы не можем осознать этого.

Для осмысления своего существования мы тянемся к знаниям в любых сферах. Но больше всего человек жаждет завоевать космос, потому что именно там больше всего шанс найти ответ. А главное, масштаб и красота космоса настолько завораживают, что нельзя не восхищаться. Мы никогда не сможем повторить подобного, хотя и попыток много, например можно увидеть модели планет в планетарии или насладиться фильмом о космосе в купольном кинотеатре.

Конечно, люди очень активно развивают технологии, особенно в последнее время. Например, Объединенные Арабские Эмираты собираются развивать космический туризм, а затем медицину на Марсе. Предположительно там смогут лечить любые болезни, в том числе и замедлять старение. Данный проект – не шутка, хотя это кажется фантастикой, но ученые уже разработали проект, а состоятельные люди всего мира в этот проект вкладывают деньги. Я считаю, что наша страна имеет возможности, как материальные, так и интеллектуальные, для того, чтобы создать подобный проект еще раньше и совершить настоящий прорыв в области изучения и покорения космоса.

Людям необходимо постоянно развиваться и делать открытия, ведь сейчас столько возможностей для этого. Любые науки могут покориться человеку, который желает получать и вкладывать свои знания.

Список литературы

1. Бакина В.И. Соотношение макрокосмоса и микрокосмоса в ранней древнегреческой философии// Вестник Московского университета. Серия 7: философия. 2000. № 5. [Электронный ресурс] – http://mirznanii.com/a/230840/ponyatie-kosmosa-v-filosofii;

2. Гагарин Ю.А. Дорога в космос. – [Электронный ресурс] – https://www.litmir.me/br/?b=9323&p=1;

3. Циолковский К.Э. Господство жизни и разума – [Электронный ресурс] – https://tsiolkovsky.org/ru/kosmicheskaya-filosofiya/gospodstvo-zhizni-i-razuma/;

4. Щекочихин В.В. Философско-мировоззренческое обоснование космизма как идеологии развития мира // Материалы XXIII Всемирного философского конгресса «Философия как познание и образ жизни», //4-10 августа 2013 г.//, с. 654-660, изд. «Афинский университет», Греция, 2013.

Историческое развитие Приложения 8 «Летная годность воздушных судов» Чикагской конференции

Тажетдинов И.Р., Романов М.А.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Юрченко Н.В.
МАИ, Москва
ilnur_cs@Mail.ru

Каждое изменение норм летной годности определяет дальнейший путь развития авиации. Новые требования к безопасности, динамике полета, конструкции и системам самолета и его производству заставляют лидеров авиастроения разрабатывать все новые и новые требования к эксплуатации авиационной техники и системы управления.

Впервые вопросы летной годности были затронуты в Парижской конвенции в 1919 году. В приложении к ней содержались условия, требуемые для выдачи свидетельства о годности к полетам воздушных судов, такие, как: конструкция, соответствующая минимальным требованиям безопасности, для типов летательных аппаратов обязательное подтверждение летных качеств путем пробных полетов, подходящие материалы для конструкции, а также то, что воздушное судно должно было быть снабжено приборами, обеспечивающими безопасность полета. Эти требование были весьма невысоки и гораздо менее конкретны, чем действующие нормы.

Затем президент США Франклин Делано Рузвельт пригласил представителей 54 государств на международную конференцию по гражданской авиации в г. Чикаго, проходившую с 1 ноября по 7 декабря 1944 г., для скорейшего установления авиамаршрутов и сообщений. В результате работы Чикагской конференции были подписаны Заключительный акт, Временное соглашение о международной гражданской авиации и Конвенция о международной гражданской авиации. Данная конвенция, в составе которой было приложение 8 «Летная годность воздушных судов», является основой для текущих документов международного авиационного права.

По итогам специализированных совещаний по летной годности, в результате работы аэронавигационной комиссии и групп экспертов по летной годности 8-е приложения Чикагской конвенции непрерывно изменялось, некоторые ее части переходили в другие приложения Чикагской конвенции.

ИКАО регулярно проводят конференции, аудиты и симпозиумы с представителями многих государств. В результате этих встреч и благодаря стремлению сторон к большей безопасности полетов самолетов и их отслеживанию, развитию и распространению беспилотной авиации новые двухсторонние соглашения между государствами могут дать серьезный толчок для развития норм, определяющих облик будущих самолетов и их систем.

Наблюдаемые и ненаблюдаемые объекты в науке и их методологическое значение

Томашевич А.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Иванов М.А.
МАИ, Москва
alkinsynode1@mail.ru

Наблюдаемые и ненаблюдаемые объекты — важнейшие понятия научного познания. Понятие «наблюдаемые объекты» непосредственно связано с эмпирическим уровнем познания, понятие «ненаблюдаемые объекты» коррелирует с теоретическим познанием.

Наблюдение как научный метод характеризуется непосредственным контактом с познаваемым объектом на основе зрительных восприятий. Оно поставляет науке описание объектов, факты, входит в структуру измерительных операций и эксперимента. Наблюдение бывает прямым (непосредственным) и косвенным (опосредованным). В последнем случае объект фиксируется с помощью технических приборов (камера Вильсона, спектрометры и т. п.). Прямое наблюдение дает сравнительно целостную информацию об объекте, зачастую излишнюю для познавательных целей. Опосредованное наблюдение дает меньший объем информации об объекте и фиксирует отдельные свойства изучаемого объекта [2, с. 84-85].

Полученные с помощью наблюдения знания считаются достоверными. Научные гипотезы считаются подтвержденными, если они получили опытно-экспериментальную проверку (включающую в себя наблюдение).

Принцип наблюдаемости выступает одним из критериев знания. Э. Мах и А. Эйнштейн использовали его при критике понятий «абсолютное пространства» и «абсолютное время». Современная наука допускает в теории как наблюдаемые, так и ненаблюдаемые величины и постулирует, что именно теория прежде всего должна определить, что поддается наблюдению [1, с. 84].

Наблюдаемость объекта означает его физическое существование (в физической реальности).

Все существующие в реальности объекты можно разделить на наблюдаемые и ненаблюдаемые (на данный момент).

Всякий существующий в реальности объект является потенциально наблюдаемым.

В научном познании можно выделить четыре вида ненаблюдаемых объектов:

1. Объекты, которые на данный момент ненаблюдаемые (в силу уровня развития науки, ее опытно-экспериментальных возможностей).

2. Научные идеализации типа «идеальный кристалл», «абсолютно упругое тело», математические абстракции и др. Данные понятия означают объекты, не существующие в реальности, и в этом смысле они ненаблюдаемы, однако такого типа понятия абстрагированы от реальных объектов и сохраняют опосредованную связь реальными наблюдаемыми объектами.

3. Научные понятия, гипотетически постулируемые и указывающие на объекты, существование которых может быть как подтверждено, так и опровергнуто на основе наблюдения.

4. Научные понятия, гипотетически постулируемые в рамках научной теории, не подтвержденные наблюдением, логически связанные с другими понятиями научной теории и служащие

познавательным задачам. При смене научной парадигмы такие понятия перестают использоваться в науке (например, эфир, флогистон, энтелехия).

Ненаблюдаемые объекты могут быть представлены и как физические объекты, и как понятия теории или её ненаблюдаемые величины. Ненаблюдаемые объекты, несомненно, обладают эвристическим и познавательно-мотивационным смыслом.

Само познание может быть схематически изображено как движение от наблюдаемого объекта к ненаблюдаемому (лежащему в основе первого), превращению (раскрытию) ненаблюдаемого объекта в наблюдаемый (на основе гипотезы и научного-опытного исследования); постулированию новых ненаблюдаемых объектов, лежащих в основе полученных с помощью наблюдения объектов и т.д.

Наблюдение как метод познания и наблюдаемые объекты не раскрывают законы явлений. Можно наблюдать движение планет, но законы, определяющие это движение, невидимы. Чтобы определить законы явлений или выявить причины расхождения знаний и реальности, теории и фактов, вводят гипотезы о ненаблюдаемых объектах. В форме гипотезы познание выходит за границы опыта, допуская при этом, что опыт (наблюдение, эксперимент) проверит гипотезу на достоверность. Иногда для этого требуется значительный период времени (гипотеза Демокрита о ненаблюдаемых атомах), иногда требуется создание и использование специальных экспериментальных установок (например, для поиска нейтрино или бозона Хиггса), иногда достаточно математического расчета и специального наблюдения (открытие планеты Нептун – У. Леверье и И. Галле). Особые трудности возникают при тестировании гипотез о событиях прошлого, будущего, явлениях, не поддающихся экспериментальному воспроизведению (например, Большой Взрыв, те или иные события в истории общества, будущее человечества).

Методологическое значение проведенного анализа наблюдаемых и ненаблюдаемых объектов заключается прежде всего в их концептуализации и осознанном использовании в научном исследовании.

Список литературы

1. Гейзенберг В. Встречи и беседы с Альбертом Эйнштейном // Гейзенберг В. Шаги за горизонт / Пер. с нем. М.: Прогресс, 1987. 368 с.

2. Хакинг Я. Представление и вмешательство. Начальные вопросы философии естественных наук. / Пер. с англ. М.: Логос, 1998. 296 с.

Международное космическое право в тысячелетие освоения космоса

Федюнин Д.А., Коротков А.И.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
fedyund@gmail.com

Вопрос обладания той или иной территорией волновал человека всегда, практически все войны в истории велись за землю. Многие российские и западные публицисты разделяли эту точку зрения.

«Для большей части истории международных отношений фокусом политических конфликтов являлся территориальный контроль. Причиной большинства кровопролитных войн с момента возникновения национализма было либо удовлетворение своих национальных устремлений, направленных на получение больших территорий, либо чувство национальной утраты в связи с потерей "священной" земли. И не будет преувеличением сказать, что территориальный императив был основным импульсом, управляющим поведением государства-нации» (Збигнев Бжезинский) [1].

Человечество уже 19 лет живёт в третьем тысячелетии, в тысячелетии освоения космоса. Уже сейчас понятно, что человек достигнет других планет Солнечной системы в этом столетии. В XXII веке вероятно освоение планет других звёздных систем.

Уже девятнадцатый год мы, население Земли, живём в новой эре. Перешагнув рубеж двухтысячного года, мы вступили в Тысячелетие освоения космоса. В XX веке зародилась космонавтика, но именно в наш век, а также многие века после него человечество будет осваивать космическое пространство.

Однако освоение новых территорий непременно тянет за собой правовые проблемы. Кто будет владеть небесным телом, которое посетила международная команда? Как разделить территорию? Кто должен разрабатывать общие законы и следить за их исполнением? Эти вопросы предстоит решить нашему поколению, а также нашим детям и внукам, в противном случае споры за территорию могут привести к войне на Земле. И уже некому будет исследовать новые уголки дальнего космоса. Одно понятно: человечество должно силами всего мира создавать правовые основы общего космического будущего.

В настоящее время международное космическое право регулируется несколькими основными документами. Если провести подробный юридический и правовой анализ этих договоров и соглашений, можно прийти к неутешительным выводам. Все эти нормативно-правовые акты устарели. Сами документы написаны во времена холодной войны, а последние поправки вносились более 15 лет назад. В 2018 году был произведён успешный запуск Falcon Heavy, человечество как никогда близко к отправке экспедиций на Марс и другие планеты. К 2030 году терраформирование Марса уже начнётся, и темпы его с годами будут только расти.

Наряду с универсальными соглашениями, существует также большое число международных договоров в области космоса, связывающих лишь несколько государств. Примером может служить межправительственное «Соглашение о Международной космической станции (МКС)» от 29 января 1998 года между Канадой, государствами — членами Европейского космического агентства, Японией, Россией и США, включающее среди прочего Кодекс поведения экипажа МКС.

Международное космическое право нуждается в серьёзной модернизации и решительных изменениях. Одной из важнейших составляющих этого проекта, как и многих прочих, является создание базы кадров. В РФ видны сдвиги в этой сфере. 28 ноября 2018 года прошло совещание Роскосмоса и РАН по разработке Национальной программы исследования и освоения Луны, результатом которого стало следующее: решение: «Разработать план юридического обеспечения интересов Российской Федерации в потенциально возможных территориальных спорах и поручить профильным вузам (МГУ, РУДН и др.) подготовку необходимого числа специалистов по космическому праву».

Это является положительной тенденцией в данной отрасли права.

Список литературы

1. Бжезинский З. Великая шахматная доска: главенство Америки и ее геостратегические императивы. М.: Международные отношения, 1998.

2. Миронова К., Сафронов И. Газета "Коммерсантъ" №22 от 07.02.2019. Луна не приходит одна. URL: https://www.kommersant.ru/doc/3875357 (Дата обращения 18.05.2019)

3. Огородов Д. Журнал «Вокруг света». Право на космос. 01 июля 2008 года. URL: http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/6271/ (Дата обращения 20.05.2019)

4. Щекочихин В.В. Философски-мировоззренческие основы развития международного космического права современного мира: Выступление на 60-м юбилейном ежегодном собрании Российской ассоциации международного права // РАМП //, (28-30.06.2016), Ежегодник РАМП – 2016. С. 237. СПб, 2016.

Волонтерство как фактор социализации студенческой молодежи

Швець В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванова И.В.
РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск
lera.shvecz.1998@mail.ru

Как известно, социализация – это процесс становления личности. В нем участвует большое количество движущих сил, факторов, каждый из которых может оказать значимое влияние в определенный момент жизни человека. Основными из них являются семья, школа и университет, СМИ, армия, государство. Влияние этих институтов переоценить невозможно. Но также серьезное воздействие, особенно на становление личности молодого человека, могут оказать политические события, общение с друзьями, интересная книга или чей-то неодобрительный взгляд. Наиболее активно процесс социализации протекает в первой половине жизни. И студенческие годы занимают в этом особое место. Социализация студентов в период обучения в вузе подразумевает не только усвоение знаний, формирование общекультурных и профессиональных компетенций, но и приобретение навыков жизни во взрослом обществе, приобретение социально-психологической и профессионально значимой направленности, обеспечивающей успешную деятельность как результат самореализации. Для студенческой молодежи очень важно выработать способы самореализации и самосовершенствования, связи и общения с окружающим миром. И одним из механизмов этого процесса выступает волонтерство. Волонтерство или добровольчество — это безвозмездная деятельность на пользу обществу, а также деятельность, направленная на помощь конкретным людям, нуждающимся в социальной защите и поддержке. Долгое время понятие добровольчества было военным термином, поскольку являлось основным способом комплектования армий. Так продолжалось до введения всеобщей воинской повинности. В XVIII—XIX веках в Австро-Венгрии, Франции, Италии волонтерские полки действовали как часть регулярной армии. После Первой

ировой войны в 1920 году во Франции в Страсбурге начал работу первый молодежный волонтерский проект «Лучше работать вместе, чем воевать друг против друга». Участники проекта восстанавливали разрушенные фермы в местах наиболее ожесточенных боев между немецкими и французскими войсками. С тех пор волонтёрство стало обретать популярность во всемирном масштабе. В добровольчестве определились разнообразные формы, виды, продолжительность деятельности. Волонтерство в России также существует, хотя и образовалось оно сравнительно недавно: в конце 80-х годов прошлого века. Однако этот сравнительно короткий период развития был очень плодотворным: в эту деятельность вовлекается все больше и больше людей, создаются и функционируют специальные организации. Одним из наиболее значимых показателей развития волонтерства в России стало создание на государственном уровне соответствующего документа – «Личная книжка волонтера». 2018 год был объявлен годом волонтера в России. Вторичный анализ результатов социологических исследований по данному вопросу позволил выявить ряд потребностей студенческой молодежи, которые могут быть реализованы в волонтерской деятельности, а именно:

• потребность ощущать себя нужным другому человеку. Волонтерство дает возможность почувствовать свою полезность, что, несомненно, важно для самоопределяющейся личности;

• потребность в общении. Большинство волонтерских проектов – это массовые мероприятия. Это новый опыт общения с представителями других возрастных групп, а главное, взаимодействие с представителями разных социальных и профессиональных групп;

• потребность в творчестве. Вне зависимости от профессиональной подготовки и места учебы, молодые люди принимают участие в выступлениях перед публикой, готовят сценарии, сочиняют песни и стихи и т.п. Данный творческий процесс формирует ценностные ориентации человека в мире, развивает его коммуникативные способности, связанные с обменом мыслями, идеями, эмоциями;

• потребность в построение карьеры и самореализации. Участие в волонтерской деятельности усиливает деловые и личные связи, развивает лидерские и организаторские способности;

• потребность в подтверждении самостоятельности и взрослости. Принимая участие в серьезных социально значимых проектах, молодые люди ощущают себя людьми, способными принимать решения и оказывать помощь там, где это необходимо.

Таким образом, участие студенческой молодежи в волонтерской деятельности дает возможность получать и накапливать опыт участия в разнообразных социальных проектах и опыт взрослой жизни, формирует установку на активную жизненную позицию, духовно-нравственные ценности, базирующиеся на сочетании общественных и личных интересов.

Список литературы

1 Бородаева Г.Г., Руднева И.А. Волонтерская деятельность как фактор формировании личности студента // Научное обозрение. Педагогические науки. 2015. № 1. С. 89-89.

2 Певная М.В. Волонтерство как социологическая проблема // Социологические исследования. 2013. № 2. С. 110-119.

3 Шевченко П.В. Социальная роль московского волонтерства // Социологические исследования. 2013. № 8. С. 60-71.

Международное космическое право: проблемы и перспективы

Шляпников Е.Д.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
Egor071219@yandex.ru

Международное космическое право берет свое начало в 1960-х гг., во время становления космической индустрии и появления первых достижений в сфере освоения космоса: запуска первого искусственного спутника Земли в 1957 г., первого пилотируемого полета в космос в 1961 г. – и продолжается складываться до сих пор. Рассмотрение особенностей данной отрасли международного права представляется особенно актуальным в связи с новыми прорывами в исследовании космоса, а также с растущим вниманием к космической отрасли со стороны независимых коммерческих структур.

Первым межправительственным документом в сфере космоса стал Договор о космосе 1967 г., провозгласивший действующие базовые принципы права: запрет испытания и применения ОМП на орбите, использования любых небесных тел в военных целях, невозможность для какой-либо страны претендовать на владение космическим телом [1]. Подобный сугубо милитаризированный подход к соглашению закономерно объясняется нараставшей «гонкой вооружений» между первыми

подписантами договора – СССР и США, в т.ч. технологической неспособностью сторон в то время обеспечить защиту заявленных ими территорий.

В связи с возраставшим количеством запусков пилотируемых космических аппаратов был подписан ряд конкретизирующих документов, гарантирующих сохранность таких аппаратов и безопасность их экипажей. Среди них – Соглашение о спасании космонавтов и возвращении объектов 1968 г., а также Конвенция о регистрации объектов 1974 г. Последний документ заложил основы международной систематизации, учета и контроля космической деятельности, но вместе с тем оставил некоторые правовые пробелы. Например, согласно статье IV Конвенции государства обязаны сообщать лишь «общее назначение» спутника, допуская тем самым вариант его использования в военных целях [2].

С приходом международной разрядки ведущими государствами были предприняты шаги по снижению конфронтации и в сфере космоса, в частности в 1979 г. было выработано Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах, вновь подчеркивавшее установленные принципы космического права. Однако по своей сути соглашение не имеет существенной силы, поскольку среди стран, ратифицировавших документ, нет космических держав. Интересно отметить, что преамбула соглашения впервые отмечает возможность разработки природных ресурсов Луны в рамках международного режима и справедливого их распределения, но вместе с тем правовое содержание документа остается предметом юридических споров [3].

Как видно из представленных выше пояснений, международные соглашения зачастую не реализуют в должной мере заложенные в них идеи. Следует отметить, что, хотя Договор о космосе и предусматривает невозможность владения любыми космическими объектами, на практике существует ряд организаций, торгующих «сертификатами о владении» площадями на внеземных объектах. К примеру, в 1980 г. Деннис Хоуп по-своему трактовал законодательство, считая, что права владения запрещено иметь государствам и корпорациям, но не частным лицам, и основал компанию «Лунное посольство» [5]. Несмотря на то что подобного рода документы воспринимаются как сувенир, данный факт указывает на несовершенство действующего законодательства и потенциальную возможность создать неприятный прецедент в будущем. Вероятной проблемой для планетарного международного права с точки зрения установления правовых основ станет и развитие коммерциализации космической деятельности, особенно в условиях сокращения бюджетных расходов и необходимости финансовой поддержки. Нельзя не отметить и опасность милитаризации космического пространства с учетом появления новых технологий, для предотвращения которой требуются дополнительные или альтернативные правовые инструменты ограничения и сокращения вооружений.

Список литературы

1. Договор о принципе деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела // Организация Объединенных Наций. Конвенции и соглашения. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/outer_space_governing.shtml (дата обращения: 19.02.2019).

2. Конвенция о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство // Организация Объединенных Наций. Конвенции и соглашения. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/objects_registration.shtml (дата обращения: 19.02.2019).

3. Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах // Организация Объединенных Наций. Конвенции и соглашения. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/moon_agreement.shtml (дата обращения: 19.02.2019).

4. Соглашение о спасании космонавтов, возвращении космонавтов и возвращении объектов, запущенных в космическое пространство // Организация Объединенных Наций. Конвенции и соглашения. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/astronauts_rescue.shtml (дата обращения: 19.02.2019).

5. What’s The Story About Lunar Land? // Lunar Embassy. URL: https://lunarembassy.com/about/ (дата обращения: 19.02.2019).

Влияние исследования космоса на жизнь человеческого общества

Якурнова К.А., Мясникова Э.А., Лапо А.А.
МАИ, Москва
yakurnova.ksushnya@yandex.ru

История космических исследований насчитывает уже более 60 лет. Начиная с запуска первого искусственного спутника, первого полета человека в космос и первой высадки человека на Луну научные открытия и разработки в области освоения космоса меняют нашу жизнь к лучшему.

Космические исследовательские миссии открыли уникальные возможности для изучения окружающего мира, позволили человечеству переосмыслить свое место во Вселенной, приблизили нас к ответу на самые интересующие нас вопросы: «Одни ли мы во Вселенной?», «Откуда появилась жизнь на Земле?», «Какова природа происхождения Вселенной?». Понимание того, что жизнь за пределами Земли теоретически все-таки может существовать, оказало огромное влияние на культурную и интеллектуальную жизнь людей, что нашло отражение в искусстве, кинематографе и т.д.

Исследование космоса из-за колоссальной сложности технических решений требует огромных вложений, как материальных, так и интеллектуальных, поэтому становится возможным только при тесном международном взаимодействии. Сейчас существует множество программ по исследованиям космоса, в которых принимают участие десятки стран во всех уголках мира. Такое сотрудничество укрепляет отношения между государствами, стирает рамки, налаживает контакты, что благоприятно сказывается на поддержании мира и стабильности в международных отношениях на Земле. Ярким примером является сотрудничество по проекту МКС, который длится уже более 30 лет.

Задачи, которые приходится решать в ходе исследования как ближнего, так и дальнего космоса, уникальны. Возможности использования фантазии человека и ресурсов космического пространства безграничны, поэтому трудно вообразить, какие достижения ждут человечество впереди. Однако абсолютно ясно, что инвестиции в космические исследования необходимы и что они окажут самое положительное влияние на жизнь будущих поколений.

Совершенствование форм управления массовой физической культурой в муниципальном районе

Солнцева Е.А.
Научный руководитель — доцент Боброва О.М.
МАИ, Ступино
solntseva.elizaveta@yandex.ru

Проведенные социологические исследования показали, что 63,4% опрошенных ступинцев считают более удобным заниматься физической культурой и спортом по месту жительства. Массовый анкетный опрос выявил физкультурные и спортивные интересы населения и дал возможность правильно спланировать организационно-массовую работу и строительство спортивных сооружений по месту жительства. Для проведения физкультурно-массовой работы ее необходимо правильно организовать.

При исследовании были поставлены задачи:

1.Выявить реальное состояние работы по физической культуре и спорту
среди различных социальных и возрастных групп населения.

2.Изучить физкультурные и спортивные интересы трудящихся и молодежи, в том числе в семьях, развитие физической культуры и спорта в городском масштабе.

3.Разработать и пропагандировать практические рекомендации по улучшению организации и управлению развитию физической культуры и спорта в городе Ступино

В исследовании были использованы следующие методы:

1.Изучение литературных источников, связанных с темой исследования. Ознакомление с опытом других городов.

2.Анализ статистических данных за последние два года.

3.Наблюдение с применением массового анкетирования по программе, характеризующей отношение населения городского округа Ступино к физической культуре и спорту, его физкультурные интересы, развитие физкультуры в режиме труда и свободного времени.

Организация физкультурно-массовой работы в жилых массивах включает в себя:

1.Определение роли, места и функций различных городских организаций.

2.Создание материальной базы.

3.Управление организационной работой общественных физкультурных организаций.

4.Разработку и осуществление системы массовых спортивных и физкультурных мероприятий.

5.Управление пропагандой физической культуры и спорта.

1. Массовое развитие физической культуры и спорта может успешно осуществляться только при условии участия в этом деле всех государственных и общественных организаций, целенаправленной работы по вовлечению в систематические занятия всех социальных и возрастных групп населения.

2. Как показал опыт участие масс в физкультурном движении, заметно активизируется под влиянием системно организованной просветительской работы, распространения научно-популярных знаний по вопросам физической культуры и спорта, медицины, гигиены. Особое значение имеет распространение знаний среди родителей. Это повышает роль семьи в физическом воспитании подрастающего поколения, во внедрении физической культуры в повседневный быт. В связи с этим пропаганда физической культуры и спорта должна носить конкретный характер, с учетом практических целей и условий, обеспечивающих вовлечение в физкультурное движение новых слоев населения. Необходимо более полно использовать такие средства массовой информации, как печать, радио, телевидение, кино, а также наглядную агитацию, лекционную пропаганду, беседы и т.д. Наиболее эффективным средством является организация краткосрочного курсового обучения населения основам физкультурных, медицинских и гигиенических знаний, календарный план физкультурно-массовых мероприятий и спортивных соревнований. Как показал опыт, такой план способствует улучшению постановки спортивно-массовой работы, развитию спортивных традиций.

3. На примере города Ступино правомерно сделать общий вывод: в связи с повышением роли физической культуры и спорта, необходимостью достижения общенародности физкультурного движения, управление социальным процессом развития физической культуры и спорта по его главным направлениям должно быть сосредоточено в руках государственных органов.

Список литературы
1. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 302 (ред. от 20.11.2018) "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие физической культуры и спорта". Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162179/
2. Закон Московской области от 27.12.2008 N 226/2008-ОЗ "О физической культуре и спорте в Московской области" (принят постановлением Мособлдумы от 25.12.2008 N 9/65-П). Режим доступа: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=MOB&n=74097#0874536535404722
3. Муниципальная программа «Физическая культура и спорт городского округа Ступино на 2018-2022 годы». Режим доступа: https://stupinpadm.ru/sotsialnaya-sfera/sport/
4. Бобров А. А. Твой учебник здоровья: Физкультур.- спортив. тесты (ФСТ) Главы Ступинского р-на Моск. обл.: Учеб. пособие / А. А. Бобров, О. М. Боброва, Л. И. Еременская. - М.: Советский спорт, 2001.
5. Описательный отчет о развитии физической культуры и спорта в Ступинском муниципальном районе Московской области за 2017 год. Режим доступа: https://stupinoadm.ru/sotsialnaya-sfera/sport/

Управление молодежным трудоустройством посредством стажировок

Ефремкина М.В.
Научный руководитель — профессор, к.соц.н. Гегель Л.А.
МАИ, Москва
efremash@mail.ru

Очевидная тенденция на современном рынке труда – невостребованность молодежи как сегмента рабочей силы. При этом и сама система обеспечения молодежной занятости не совершенна.

Для содействия молодежному трудоустройству населения были созданы службы занятости, осуществляющие регулирование вопросов трудовой сферы: молодежные биржи труда, оказывающие содействие подросткам и молодежи в постоянном или временном трудоустройстве; молодежные центры трудоустройства и информации, которые являются многопрофильными социальными учреждениями, осуществляющими психологическую, профконсультационную, юридическую и информационную помощь.

В некоторых муниципальных образованиях предусмотрено квотирование мест для молодежи для усиления социальной защищенности. Однако из-за отсутствия соответствующих реальных возможностей получения рабочих мест нет.

Для оказания гражданам услуг по содействию в трудоустройстве в ходе сотрудничества с работодателями службы занятости организуют ярмарки вакансий. Данная форма работы дает возможность любому желающему ознакомиться с банком данных свободных рабочих мест, самостоятельно подобрать себе работу и в ходе непосредственного общения с работодателем выяснить варианты и условия трудоустройства.

Однако в настоящее время эти меры содействия не являются эффективными.

Наиболее актуальный способ решения данной проблемы – стажировка.

Стажировка дает возможность молодежи применить свои знания в реальной работе, приобрести ценный опыт, повысить профессиональные навыки. Работодатели, в свою очередь, смогут оценить вклад, который молодой человек может внести в развитие организации. Вузы получат обратную связь об обучении, как от работодателей, так и от стажеров. Это покажет, в какой мере эффективна программа обучения, и в дальнейшем поможет совершенствовать ее.

В результате хорошо продуманные программы стажировки могут быть взаимовыгодным предложением для всех трех вовлеченных сторон – молодежи, работодателей и вузов.

Основные преимущества участия в стажировке для молодежи:

- Получение ценного практического опыта, связанного с карьерой, в реальных условиях;
- Повышение уверенности в приобретенных навыках и способностях;
- Начало карьерного роста и профессионального пути;
- Расширение знаний о возможностях карьерного роста в конкретных отраслях;
- Приобретение важных профессиональных контактов для будущей работы;
- Возможность улучшить резюме.

Ключевые преимущества предложений стажировки молодежи для работодателей заключаются в следующем.

Стажировка предоставляет работодателям возможность с низким уровнем риска оценить молодежь как потенциальных сотрудников, прежде чем заключить постоянный трудовой договор, при этом открывается возможность отобрать лучших кандидатов к себе на работу.

В результате приема на работу хорошо обученных стажеров работодатели могут сэкономить время, энергию и деньги, в частности могут больше не привлекать внешние рекрутинговые компании для поиска кандидатов.

Следует отметить, что стажеры являются дополнительной рабочей силой, их можно направить на конкретные проекты и увеличить потенциал действующего персонала, получить желаемый результат за более краткий срок с минимальными затратами; при этом именно они могут привнести новые и полезные идеи и поспособствовать росту компании или организации путем привлечения нетрадиционных способов решения проблем.

Дополнительным репутационным бонусом для компании может стать наем стажеров, находящихся в трудной жизненной ситуации, являющийся социально важным аспектом, что повысит имидж компании и создаст ей хорошую репутацию.

Образовательные организации также имеют возможность получить выгоду от стажировок для своих обучающихся.

Во-первых, выгода связана с повышением актуальности и качества учебных программ, поскольку они будут дополняться практическим опытом.

Во-вторых, помощь студентам в приобретении стажировки поможет вузам повысить свой рейтинг: чем больше крупных компаний будет сотрудничать с вузом, тем выше будет его популярность, что потенциально может обеспечить привлечение помощи меценатов в интересах учебных заведений.

В-третьих, стажировка поможет проверить эффективность программ обучения в учебных заведениях. Отзывы об актуальности могут исходить как от работодателей, так и от самих стажеров, что поможет улучшить программы обучения и сделать образование более эффективным в будущем.

Таким образом, именно стажировка студентов во время обучения является наиболее эффективным и перспективным средством трудоустройства современной молодежи. Помимо явных положительных результатов в области борьбы с молодежной безработицей, стажировки выступают также инструментом согласования интересов образования, рынка труда и самой молодежи, что является чрезвычайно актуальным в настоящее время.

Инновационные системы формирования здоровья человека при занятиях физической культурой

Косицин А.А, Беликов С.А.
Научный руководитель — доцент Боброва О.М.
МАИ, Ступино
kosicinartemka@gmail.com

Хорошая физическая форма, физические кондиции набираются постепенно в процессе тренировок. Наращивание нагрузки вырабатывает силу, выносливость, быстроту, координацию и многие другие качества, необходимые для достижения спортивной цели. Для оценки состояния физической работоспособности используются новейшие тренировочные методы, всевозможные тренажеры, различные виды аэробики, современная аппаратура, инвентарь и научное оборудование.

С появлением новых видов физкультурно-оздоровительных занятий и модных направлений позволяет каждый занимающийся добровольно может выбирать для себя форму участия, выполнять определенные нормативы.

Цель работы: Ознакомить студентов с инновационными средствами и методами, направленными на укрепление здоровья и совершенствования физических качеств, повышение образовательного потенциала.

Задачи: 1. Дозирование физической нагрузки при использовании средств физкультурно-оздоровительной направленности с помощью технических средств программного обучения.

2. Планирование индивидуальных занятий физическими упражнениями, диагностирование состояния организма на основании функциональных проб, тестирование уровня физического развития.

3. Умение индивидуально контролировать функциональное состояние физической подготовленности. Определять особенности структуры тренировочных нагрузок.

В исследовании было проведено тестирование и социологический опрос студентов 1 курса, а

в начале учебного года проведено диагностическое занятие по общепринятым стандартным функциональным пробам.

В результате 2 группы юношей по 18 человек и 1 группа девушек 15 человек методами анкетирования и функциональных проб были сформированы 3 группы. В группах осуществляется

дифференцированный подход к содержанию и методике прохождения учебного материала по физической культуре.

1.Применение компьютерных технологий (КТ) возможно в том случае, когда выполняемые преподавателем и студентом задачи могут быть в достаточной степени формализованы и адекватно воспроизведены с помощью технических средств, при условии выполнения требований по качеству достигаемого результата.

Обучение включает в себя два взаимосвязанных процесса: организацию деятельности студента и контроль за этой деятельностью. Эти процессы непрерывно взаимодействуют: результат контроля влияет на дальнейшую деятельность.

2. В основу классификации компьютерных программ (КП) по направленности положено основное предназначение данной КП, содержащееся в самом названии: обучающие – для обучения; контролирующие – для контроля; информационные – для получения информации. Обучающие КП подразделяются на электронные учебники и электронные пособия. КП включает в себя, как правило, различные типы иллюстративного представления материала: статического типа, плоскостной мультипликации и в виде компьютерной видео мультипликации.

Оценка усвоения теоретического материала позволяет занимающемуся или преподавателю выявить степень усвоения полученных знаний по курсу «Атлетическая подготовка» в процентах (за 100% взято отсутствие ошибок при ответах на контрольные вопросы).

КП позволяет быстро и качественно проводить соревнования. Это безусловно, хороший стимул для регулярного посещения занятий.

Таким образом, рассматривая показатели физического состояния организма, мы попытались оценить физическое состояние студентов.

Выявлено два уровня:

низкий уровень, характеризуется отсутствием выраженных резервов здоровья и работоспособности, подверженностью к переутомлению;

высокий уровень характеризуется способностью без ограничений выполнять требования учебной программы «Физическая культура», участвовать в соревнованиях.

Ведение занятий с целью внедрения в процесс физического воспитания новых идей, инновационных технических средств с программным обучением и методов совершенствования физических качеств повышает КПД занятий, увеличивает посещаемость занятий до 97%.

Стратегия развития государственной молодежной политики в Российской Федерации

Котельникова А.Д.
Научный руководитель — Михайлова Е.О.
МАИ, Москва
vip.k.a.d@mail.ru

Молодежная политика нацелена на более эффективное и масштабное вовлечение молодых людей в социальную политику в общественные практики, так как во время самого процесса молодые люди стремятся что-то изменить, добиться социальной справедливости и др.

Однако, как фиксируют многочисленные исследования и наблюдения, в большинстве своем молодежь аполитична. В выборах федерального уровня участвует менее половины молодых россиян. Лишь немногие граждане в возрасте до 35 лет интересуются политикой, считая, что на принятие стратегически важных решений они повлиять не смогут, а их выступления с предложениями по усовершенствованию законодательства или отдельных сфер жизнедеятельности граждан заранее обречены на провал.

В связи с этим первостепенной задачей в сложившихся условиях президент страны Владимир Путин считает вовлечение молодежи в общественно-политическую жизнь страны и привлечение ее к решению собственных проблем, поскольку «трудно представить молодежную политику без самой молодежи».

Молодежная политика должна опираться на уникальный инновационный потенциал российской молодежи. Исходя из понимания необходимости материальной и духовной поддержки молодежи, предоставления ей материальной помощи, в различных ее проявлениях из-за недостаточной социальной защищенности и сложных жизненных условий, ориентиры современной молодежной политики должны быть направлены и на содействие молодым людям в самоорганизации и самореализации.

В тоже время создание инновационной экономики потребует выхода на рынок труда более квалифицированного, высокопроизводительного и ответственного работника, что достигается путем

формирования у молодежи принципиально иных трудовых навыков и культуры труда, долгосрочных жизненных стратегий деятельности на благо государства и общества, увеличения сроков профессионального образования.

Среди причин, мешающих успешной реализации принятых в 2014 году «Основ государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года», следует отметить застарелые проблемы отечественной молодежной политики: вопросы, касающиеся правового обеспечения, формирования достаточного уровня инфраструктуры, высококачественного профессионального состава и многое другое.

Одним из главных и ключевых вопросов, требующих срочного разрешения – это разработка единых качественных и количественных критериев оценки эффективности и результативности работы органов управления по работе с молодыми людьми. Из-за отсутствия четкого списка критериев, развитие молодежной политики пущено отчасти на самотек, поскольку нет общего понимания к каким результатам и в какие сроки необходимо прийти.

На данный момент сложно определить и установить какой регион РФ работает эффективно в данном направлении, а какой не в состоянии справиться самостоятельно с поставленными задачами.

Современная молодежная политика в России напоминает «призрак коммунизма», который бродит по Европе. Бесспорна то, что она имеет место быть. На нее выделяются бюджетные средства. Но твердо определить, в чем она заключается, и какой должна быть, до сих пор не получается.

Сегодня в России нет национального молодежного движения. Нет государственной идеологии. Нет стройной вертикальной структуры, которая координировала бы работу с молодежью от муниципального до федерального уровня и имела бы на это все необходимые ресурсы.

Указанные вызовы требуют смены сложившейся модели молодежной политики, повышение ее адресности, разработки и внедрения новых инструментов, которые позволили бы существенно повысить эффективность деятельности специализированных органов и организаций как на федеральном, так и на региональном (муниципальном) уровнях.

К вопросу об организации культурно-досуговой деятельности в муниципальном образовании

Котикова Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Будкина Е.К.
МАИ, Москва
natashenka-kotikova@mail.ru

Управление культурно-досуговой сферой является важным направлением муниципальной социальной политики. Оно во многом определяет не только особенности социального и культурного развития населения, но и служит показателем комфортного проживания граждан на муниципальной территории.

Конституция РФ (ст.44) гарантирует не только право участия в культурной жизни и пользования учреждениями культуры, а также доступ к культурным ценностям каждого гражданина РФ. Согласно Федеральному закону от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», к вопросам местного значения относится создание условий для организации досуга и обеспечения жителей поселения услугами организаций культуры. То есть главной задачей в этой области является создание таких условий для организации культуры и досуга, массового отдыха, а также обустройство мест массового отдыха, чтобы они наиболее полно удовлетворяли потребностям граждан.

Основным исполнителем социально-культурной политики выступает местное самоуправление. Как правило, оно является приближенным уровнем управления к населению. Управлением учреждениями социальной сферы в большинстве своем занимаются органы местного самоуправления. В связи с этим формируется такая система условий, которая удовлетворяет жизненные потребности населения на данной территории.

Социально-культурная деятельность органов местного самоуправления складывается не только из приобщения людей к культуре, но и включает в себя широкий спектр различных видов деятельности общественной значимости. То есть создание условий для того, чтобы культура становилась основой для социального взаимодействия граждан, строится на освоении, сохранении и распространении ценностей культуры. Это является неотъемлемым условием успешного функционирования общества.

Сфера культуры и досуга – важная составляющая в социальной политики города, она не только определяет лицо города, но и является показателем комфортного проживания горожан на данной территории, духовного состояния её жителей.

Объекты досуга на территории муниципального образования различны. К ним относятся городские леса и парки, скверы, пляжи, иные рекреационные объекты, детские городки, аттракционы, прочие развлекательные сооружения. Вопросами финансирования, управления и содержания этих объектов, как правило, занимаются муниципальные органы культуры.

Распределение своего свободного времени является сегодня важной задачей. Складывающаяся система предпочтений и ценностная составляющая досуга характеризуют уровень культуры человека. Это оказывает большое воздействие на его профессиональную деятельность и влияет на экономическую стабильность и развитость общества.

Отрицательные явления, которые проявляются в сфере досуга, связаны, в первую очередь, с его неорганизованностью. В связи с этим возникает необходимость регулирования досуговой сферы. Одним из наиболее эффективных способов является привлечение непосредственных жителей муниципального образования, На уровне местного образования может создаваться структурное подразделение, которое не только занимается вопросами культуры и досуга, но и обладает юридическими правами. При нем могут создаваться совещательные органы, которые занимаются вопросами организации досуга. К ним относятся: общественный совет по культуре, художественный совет, советы директоров, объединенные методические советы учреждений культуры, советы по кино, другие совещательные органы.

Таким образом, органы местного самоуправления могут получать доступ к информации о многих процессах и явлениях. В документах и статистических формах, которые применяются в практике муниципального управления, эта информация может быть отражена недостаточно полно (интересы, мнения, пожелания горожан). В данном случае сами жители, выражающие собственное мнение, становятся источником информации, необходимой для осуществления социально-культурной деятельности на местном уровне, что, в свою очередь, позитивно влияет на организацию культурно-досуговой деятельности.

К вопросу о деятельности федерального и окружных координационных центров по подготовке и сопровождению вожатских кадров в рамках выполнения работ по организации общественнозначимых мероприятий в сфере образования, науки и молодежной политики

Марусяк Д.М.
Научный руководитель — к.п.н. Лесконог Н.Ю.
ФГБОУ ВО «МПГУ», Москва
d.marusyak@yandex.ru

В 2017 году по решению Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи на базе ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (далее – МПГУ) стартовал проект под названием «Всероссийская школа вожатых», ориентированный на подготовку вожатых в вузах, ведущих подготовку кадров в рамках УГСН 44.00.00 «Образование и педагогические науки» [2]. В 2018 году он был продолжен в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации по выполнению работ по организации общественнозначимых мероприятий в сфере образования, науки и молодежной политики. Для его реализации на базе МПГУ был создан Федеральный координационный центр по подготовке и сопровождению вожатских кадров (далее – ФКЦ) [3], во всех федеральных округах – окружные координационные центры (далее – ОКЦ). Для каждого ОКЦ определены ключевые направления их деятельности в подготовке вожатских кадров с учетом специфики федерального округа, традиций вуза, на базе которого создан ОКЦ. Помимо ключевых направлений, единых для всех ОКЦ, у каждого из них есть вариативные направления деятельности. Вариативные направления позволяют ОКЦ рассмотреть вопросы создания воспитывающей среды в образовательных организациях, организациях отдыха детей и их оздоровления в разных векторах развития с учетом региональной специфики [4].

Взаимодействие ФКЦ и ОКЦ выстроено согласно календарному плану мероприятий (дорожной карте) в рамках проекта по созданию воспитывающей среды в образовательных организациях, организациях отдыха детей и их оздоровления в разрезе субъектов Российской Федерации «Всероссийская школа вожатых».

На протяжении 2018 года ФКЦ и ОКЦ отрабатывали механизмы взаимодействия органов исполнительной власти субъектов РФ, осуществляющих государственное управление в сфере образования, образовательных организаций высшего и среднего профессионального образования (далее – вузов/сузов),общеобразовательных организаций (далее – школ), региональных отделений

Российского движения школьников на уровне округов по вопросам внедрения модели создания воспитывающей среды в образовательных организациях, организациях отдыха детей и их оздоровления, подготовки вожатских кадров.

Деятельность ФКЦ и ОКЦ в каждом федеральном округе направлена также на координацию процессов организационно-методического сопровождения педагогических практик студентов в образовательных организациях, организациях отдыха детей и их оздоровления, в том числе во взаимодействии с РДШ. Данная модель позволяет студентам интегрировать достижения теории в практику, реально использовать принцип восхождения от абстрактного к конкретному, а преподавателям – оперативно корректировать подготовку вожатских кадров с учетом потребностей общеобразовательных организаций, организаций отдыха детей и их оздоровления [1].

ФКЦ и ОКЦ регулярно проводят мониторинги по оценке эффективности внедрения и реализации модели воспитывающей среды в образовательных организациях, организациях отдыха детей и их оздоровления. Результаты мониторингов лежат в основе докладов для окружных и всероссийских совещаний, проводимых Департаментом государственной политики в сфере воспитания, дополнительного образования и детского отдыха Министерства просвещения Российской Федерации.

Сложившаяся модель работы ФКЦ и ОКЦ демонстрирует эффективное управление процессами организации и реализации общественно-значимых мероприятий в сфере государственной политики в области воспитания.

Список литературы

1. Владимирова Т.Н., Лесконог Н.Ю., Шаламова Л.Ф К вопросу о подготовке вожатских кадров для организации отдыха детей и их оздоровления//Всероссийский междисциплинарный журнал «Педагогика, психология образования», 2018г., №7 стр. 53-64

2. Лесконог Н.Ю., Владимирова Т.Н. К вопросу о подготовке вожатых в рамках проекта «Всероссийская школа вожатых» // Мир образования –образование в мире. 2017, №2с. 106-109.

3. Лесконог Н.Ю., Марусяк Д.М. О деятельности Федерального координационного центра по подготовке и сопровождению вожатских кадров// Подготовка и сопровождение вожатских кадров, создание воспитывающей среды в образовательных организациях, организациях отдыха детей и их оздоровления в Северо-Кавказском федеральном округе: Сборник научно-практических материалов. - Ставрополь: СФ МПГУ, 2018. С. 7-11.

4. Марусяк Д.М. О деятельности окружных координационных центров в рамках реализации проекта по созданию воспитывающей среды в образовательных организациях, организациях отдыха детей и их оздоровления// Модели создания воспитывающей среды в образовательных организациях, организациях отдыха детей и их оздоровления: наука, технологии, практики: Сборник статей. – М.: МПГУ, 2018. Стр.25-33.

Актуальные вопросы управления стратегическим развитием компаний с государственным участием

Михайлова Е.О., Михайлов С.С.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Косых О.И.
МАИ, Москва
kate-kazakova@yandex.ru

Современная ситуация, характеризующаяся усложнением внешнеполитических и экономических взаимоотношений российского государства, детерминирует поиск принципиально иных путей стратегического развития крупнейших отечественных предприятий. Необходимость использования преимущественно отечественного сырья, оборудования и технологий актуализирует вопрос об аккумулировании имеющегося человеческого капитала. Только талантливые, ответственные и целеустремленные сотрудники на каждом из этапов производства смогут привести компанию к серьезному прорыву, обеспечить ей стабильное и устойчивое развитие вне зависимости от неблагоприятной конъюнктуры рынка и иных внешних воздействий.

Отметим, что российское государство является крупнейшим акционером российского рынка. Доля компаний с госучастием, раскрывающих свою структуру владельцев, достигает как минимум 45%, и во многих наиболее крупных и ликвидных активах существенной частью акций владеет Российская Федерация.

Таким образом, государство напрямую заинтересовано в максимально успешном развитии не столько частных компаний (крупного, среднего и малого бизнеса), сколько компаний с государственным участием.

Примечательно, что одними из крупнейших кластеров по числу компаний с государственным участием является топливно-энергетический (ТЭК) и минерально-сырьевой комплексы (МСК). И именно эти комплексы наиболее активны в области разработки программ инновационного развития, а также накопления и совершенствования человеческого капитала.

Учитывая государственную политику в области популяризации инженерного образования среди молодежи, предприятия ТЭК и МСК активно подключились не только к классическому рекрутингу выпускников специализированных образовательных учреждений, но и разработали собственные инструменты привлечения наиболее талантливых и перспективных молодых людей в отрасль.

В качестве примера весьма успешно реализуемого проекта в данном направлении можно назвать проводимый при поддержке Правительства РФ, Министерства энергетики и Министерства науки и высшего образования РФ Международный инженерный чемпионат «CASE-IN». Среди партнеров чемпионата такие компании, как: АЛРОСА, СОЕЭС, ТАТНефть, Сибур, Россети и многие другие.

Участие в чемпионате принимают учащиеся 9-11 классов школ, студенты образовательных организаций высшего и профессионального образования, молодые специалисты компаний ТЭК и МСК.

Принципиальным отличием этого чемпионата от любых подобных мероприятий является использование достаточно нового для России метода кейсов для отбора талантливых молодых людей.

Бизнес-кейс – это основа современного бизнес-образования за рубежом, позволяющая обеспечить интеграцию теоретических знаний с требованиями реального производства, развить современные деловые навыки. Бизнес-кейс – наиболее эффективная технология для привлечения, отбора, оценки и обучения персонала.

В течение семи лет организаторы чемпионата занимаются продвижением техники бизнес-кейс в России, адаптировав формат для инженерных специальностей. Сегодня инженерный кейс уже является основным форматом ключевых молодежных проектов в отраслях ТЭК, МСК и промышленности.

Инженерный кейс – это практическая задача, основанная на максимально приближенной к реальной производственной ситуации. Инженерный кейс готовится специалистами конкретной компании или организации ТЭК и МСК.

В рамках чемпионата команды участников презентуют собственные варианты решения задачи, используя собственные знания, профессиональный опыт, технико-экономические расчеты и логику.

Решения кейса оценивает специально формируемое экспертное жюри с участием представителей кадровых и технических служб предприятий ТЭК, научных и образовательных организаций, органов власти и др.

Компании-партнеры на протяжении всего времени проведения чемпионата привлекают к себе по его итогам наиболее подготовленных, мотивированных на работу и карьерный рост молодых специалистов, что положительным образом сказывается на продуктивности работы компании в целом.

Таким образом, с точки зрения управления стратегическим развитием компаний с государственным участием в иных отраслях промышленности следует распространить зарекомендовавший себя с наилучшей стороны метод формирования человеческого капитала отрасли посредством кейс-практики. Это позволит не только решать задачи государственного развития, но и даст возможность самореализации талантливой российской молодежи внутри страны. Что является не только актуальной проблемой, но и целью отечественной молодежной политики.

Перспективы развития массовой физической культуры на примере г. Ступино Московской области

Морозова Н.П.
Научный руководитель — доцент, Боброва О.М.
МАИ, Ступино
morozovawwwtasha@mail.ru

Задачи исследования:

- Выявить реальное состояние работы по физической культуре и спорту среди различных социальных и возрастных групп населения.

- Изучить перспективы развития физкультрных и спортивных интересов трудящихся и молодежи, во том числе в семьях.

- Определить опытным путем роль и принципы организации деятельности городского Совета депутатов, трудящихся, предприятий, учреждений и учебных заведений в выполнении по дальнейшему развитию физической культуры и спорта.

Цель исследования – разработать практические рекомендации по улучшению организации и развития физической культуры и спорта в городе.

В исследованиях были использованы следующие методы:

Изучение литературных источников, связанных с темой исследования, ознакомление с опытом других городов.

Анализ статистических данных.

Любой грамотный человек понимает, что главное для нас и для всего нашего общества – здоровье, и знает, как его сохранить. Прежде всего, это борьба с факторами риска, предупреждение нервных стрессов, активный образ жизни.

Это решается, прежде всего, в процессе плановых программных занятий по физическому воспитанию, регламентированных учебными планами, графиками и расписаниями занятий.

Одним из примеров является программа, разработанная администрацией и общественностью города и учрежденная главой района, где поставлены задачи здравоохранения, включая бесплатную медицинскую помощь, укрепление материально-технической базы медицинских учреждений, выполнение требования федерального законодательства, законодательства Подмосковья в области здравоохранения и развития массовой физической культуры.

На территории Ступинского муниципального района была организована Спартакиада общеобразовательных организаций по двум зонам. Учащиеся общеобразовательных школ Ступинского муниципального района принимают участие в комплексной Спартакиаде среди команд обучающихся общеобразовательных организаций в Московской области.

В городском округе Ступино работает долгосрочная муниципальная программа «Физическая культура и спорт Ступинского муниципального района на 2017-2021 годы» одним из разделов которой является «Развитие адаптивной физической культуры и спорта среди инвалидов».

Основными целями муниципальной программы «Физическая культура и спорт городского округа Ступино на 2018-2022 годы» стали:

1.Развитие физической культуры и спорта в городском округе Ступино.

2. Подготовка спортивного резерва для спортивных сборных команд Московской области и спортивных сборных команд Российской Федерации.

Физкультурно-спортивная деятельность способна реализовать функции восстановления затраченных в процессе учебы и работы сил; воспитания личности посредством совершенствования физических и духовных способностей.

Систематические самонаблюдения приучают вдумчиво относиться к тренировкам, своему образу жизни.

Важнейшим условием, обеспечивающим положительные результаты физического воспитания, является не только индивидуальный контроль, но и тщательный врачебный контроль и строго дифференцированный подход при допуске к занятиям физической культурой, к тренировочным спортивным занятиям, к участию в соревнованиях.

Управление перспективами развития спортивной деятельности и ее правовое обеспечение являются важным фактором в выполнении основной концепции города и района — «В здоровом городе – здоровые жители».

По результатам исследования можно сделать несколько выводов:

Существует тесная связь между уровнем физкультурно-спортивной деятельности и проявлением активной жизненной позиции. Люди; и особенно молодёжь, занимающаяся физической культурой и спортом, более дисциплинированы, серьезнее относятся к работе и учебе.

Воспитательные функции физической культуры и спорта проявляются опосредованно через их воздействие на духовный, чувственный мир личности.

Важным звеном работы является наличие различных проб и тестов, с помощью которых имеется возможность более объективно и дифференцированно диагностировать физическую работоспособность молодых людей.

Список литературы

1. Муниципальная программа «Физическая культура и спорт городского округа Ступино на 2018-2022 годы». Режим доступа: https://stupinoadm.ru/sotsialnaya-sfera/sport/

2. Описательный отчет о развитии физической культуры и спорта в Ступинском муниципальном районе Московской области за 2017 год. Режим доступа: https://stupinoadm.ru/sotsialnaya-sfera/sport/

3. Бобров А.А. Твой учебник здоровья: Физкультурно- спортивные тесты (ФСТ) Главы Ступинского р-на Моск. обл.: Учеб. пособие / А. А. Бобров, О. М. Боброва, Л. И. Еременская. - М.: Советский спорт, 2001.

Проблемы в сфере управления лесным комплексом Российской Федерации

Мосякин Р.А.
Научный руководитель — Джафаров Н.К.
МАИ, Москва
dnkrus@mail.ru

Лес России – это основа экологической системы страны. От состояния лесов зависит состояние всей окружающей среды. Деятельность органов государственной власти по управлению лесным комплексом направлена на повышение эффективности выполнения социальнозначимых функций государством, а также на удовлетворение потребностей населения.

Государственное управление лесным комплексом предполагает наличие единой национальной политики, направленной на его развитие. При этом главными считаются вопросы государственного регулирования лесопользования, воспроизводства, охраны и защиты лесов, а также самые разнообразные аспекты организации ведения лесного хозяйства. Одной из главных задач управления развитием лесного комплекса является непрерывное совершенствование методов управления, формирование развитых рынков, создание условий для устойчивого обеспечения занятости и роста доходов населения, занятого в лесном комплексе, сохранение природных ресурсов, используемых в лесопромышленном производстве.

Несмотря на то, что в данной области органы управления добиваются положительных результатов, одновременно существует множество проблем, которые требуют комплексного и незамедлительного решения.

Сегодня актуальными проблемами в сфере лесопользования, воспроизводства, охраны и защиты лесов являются следующие:

1.Нерациональное использование лесных ресурсов по назначению.

2.Незаконная рубка лесов. Несмотря на то, что на протяжении последних лет прослеживается тенденция к снижению количества правонарушений, связанных с незаконными рубками, в том числе самовольные рубки по поддельным лесорубочным билетам; рубки на особо защитных участках и т.д. такие факты имеются, что наносит колоссальный ущерб как государству, так и окружающей среде. Необходимо ужесточить наказание за такие правонарушения, предусмотрев за причинение вреда в крупном и значительном размере такой вид наказания, как лишение свободы. Мягкость наказаний по таким нарушениям, стимулирует увеличение количества фактов незаконной порубки деревьев.

3. Необходимость остается и лесовосстановительных мероприятий. Необходимо законодательно обязывать лесозаготовителей восстанавливать вырубленные площади и следить более строго, чтобы работы по восстановлению леса проводились в полном объёме, а в противном случае установить штраф в размере сумм, необходимых для осуществления этих мероприятий.

4.Огромный ущерб лесному фонду наносят лесные пожары. Основная причина возникновения лесных пожаров – небрежное обращение с огнем граждан и сельскохозяйственные палы. Проверки вскрывают нарушения работниками лесхозов должностных обязанностей по предотвращению и борьбе с лесными пожарами, низкий уровень контроля со стороны соответствующих руководителей. Необходимо нормативно повысить персональную ответственность каждого должностного лица.

Указанные проблемы иногда возникают с одобрения или попустительство должностных лиц. Проверки правоохранительных органов свидетельствуют о том, что рубка единичных деревьев разрешается в отсутствие рекомендаций лесоустройства, без заключения лесопатологической службы; имеются факты завышения объемов рубок, осуществления рубок на выделках, где в действительности отсутствуют единичные деревья, незаконно выписываются лесорубочные билеты. При этом ущерб, нанесенный этими действиями, исчисляется (исходя из объемов рубки) миллионами рублей.

Коррумпированность в сфере защиты лесов была отмечена президентом страны В.В. Путиным.

Практика управления лесным комплексом в разных странах показывает, что государство способно качественно и эффективно управлять своей собственностью. В России такая практика тоже была. И должна быть восстановлена.

Проблемы развития медиаобразования молодёжи в РФ

Надежкина А.В.
Научный руководитель — Михайлова Е.О.
МАИ, Москва
nas.nadezhkina2011@yandex.ru

Одним из ключевых направлений в молодёжной политике стало развитие молодёжных средств массовой информации (коммуникации). Под молодёжными средствами коммуникации понимаются многофункциональные интегрированные медиа-информационные проекты, которые способствуют самореализации, социализации и медиаобразованию молодежи, а также устанавливают информационно-коммуникационные отношения межличностного, группового и глобального характера.

На сегодняшний день средства массовой информации оказывают наибольшее влияние на развитие мировоззрения современной молодёжи. В особенности необходимую информацию молодое поколение получает через различные Интернет-издания, блоги и другие источники. Данная информационная платформа не регулируется законодательством, что влечёт за собой необратимые последствия. К примеру, в 2017 году во многих странах СНГ, в том числе и в России, были замечены очаги суицидального поведения среди подростков из-за распространения информации об игре «Синий кит». Из анализа подобных событий можно сделать вывод, что молодёжь подвержена влиянию со стороны средств массовой информации, что может негативно сказаться на будущем развитии России.

Поэтому государство в полной мере заинтересовано в том, чтобы молодёжь выбирала не только более достоверные источники информации, но и безопасные для ее психического и физического здоровья, пропагандирующие, в том числе, общегражданские ценности, созидательный труд и т.п.

Поскольку молодежь имеет достаточно низкую степень доверия к федеральным традиционными СМИ, наиболее эффективным инструментом коммуникативного воздействия являются молодёжные средства массовой информации. Это понимание сформировано, в том числе, и в распоряжении Правительства РФ от 29 ноября 2014 г. N 2403-р «Основы государственной молодёжной политики Российской Федерации на период до 2025 года». Предусматривается развитие платформы, которая повысит информационную безопасность молодёжной среды от различных террористических акций, волнений и революционных настроений.

Государство уделяет внимание и развитию сотрудничества юнкоровских изданий (издания, где авторами являются школьники и студенты) с государственными структурами, что поможет наладить контакт между молодежью и властью.

Однако несмотря на все достижения, в крайне тяжелом положении находятся независимые и аполитичные школьные и студенческие газеты, которые занимаются именно просветительской и воспитательной деятельностью. По мнению профессиональных журналистов, это связано с тем, что в российском образовании не существует отдельного блока «медиа», при изучении которого молодёжь научилась бы выбирать именно те информационные каналы, которые не смогли бы причинить какой-либо вред, критически оценивать и сравнивать информацию из разных источников.

Общая проблема в развитии молодёжных средств массовой информации заключается в том, что не существует отдельного нормативно-правового документа, который бы в полной мере описывал поддержку юнкровских (молодёжных) изданий и регулировал механизмы развития таких СМИ. Поэтому актуальной является необходимость принятия подобного документа, который смог бы регулировать деятельность всех молодёжных средств массовой информации в России, а также дал импульс к развитию молодёжного медиобразования.

Список литературы

1. Жилавская И.В. Медиаобразование молодёжи: Монография—М.:РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, 2013-С. 124.

2. Распоряжение Правительства РФ от 29.11.2014 N 2403-р «Об утверждении Основ государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года».

Поддержание олигополии в сфере пассажирских перевозок как важная цель государства в управлении гражданской авиацией

Никиткина В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильева Н.В.
МГТУ ГА, Москва
violettanik@list.ru

Гражданская авиация всегда играла стратегическую роль для нашей страны. Это связано, в первую очередь, с протяженностью территории России, с особенностями ее рельефа, внешнеполитической ситуацией. Одной из важнейших задач авиации для нас является обеспечение целостности и национальной безопасности страны. Именно поэтому крайне необходимо, чтобы государство задало правильный курс политики регулирования и управления авиационной отраслью.

Наиболее мощным фактором, диктующим общие условия функционирования того или иного рынка, является степень развития на нём конкурентных отношений [1]. Рынок чистой конкуренции – это идеальный экономический образ. Достичь хотя бы чего-то, похожего на свободную конкуренцию, можно в различных отраслях, но не в гражданской авиации. Специфика отрасли требует от игроков колоссальных вложений, так как данная отрасль капиталоемкая; высоки барьеры входа на рынок, и приток новых производителей услуг практически невозможен. А пренебрежение требованиями безопасности в пользу более полного использования ресурсов, характерное для конкуренции, тут недопустимо. Да и потребителю комфортнее видеть на рынке дифференцированную услугу. Именно поэтому в авиации чистая конкуренция «не работает». Но и полная монополизация на рынке авиаперевозок – дурной признак, ведь неэффективное использования ресурсов в авиации обходится особенно дорого. Кроме того, вопрос доступности перевозок для населения очень важен в социальном развитии общества, о чем монополисты-перевозчики забывают. Именно поэтому олигополия является «золотой серединой» в данном вопросе. Небольшое количество участников позволяет нацелиться на получение максимальной выгоды от эффекта масштаба производства. Но так как весь рынок не концентрируется в руках одного игрока, сохраняется мотивация к улучшению показателей работы, снижению цен услуг и созданию нематериальных преимуществ. Главная опасность олигополии в том, что она может перейти в монополию. Вот почему необходимо отслеживать процент присутствия каждого предприятия на рынке. Делать это помогает индекс Херфиндаля – Хиршмана [2]. Рассчитав индекс по статистическим данным Росавиации о перевозках пассажиров на 2018 год [3] мы получили результат, находящийся в границах, характерных для рынка с выраженной олигополией, однако показатель близок к верхней границе, значит есть риск перехода в монополию, что не должно быть допущено государством.

Что же государство может предпринять для сохранения олигополии на данном рынке? Во-первых, это контроль формирования цен на авиабилеты. Приказом Минтранса РФ от 25 сентября 2008 года №155 устанавливаются правила формирования и применения тарифов и сборов на воздушном транспорте [4]. То есть авиакомпании должны обоснованно рассчитывать тарифы на перевозки, а государство строго это регулирует. Во-вторых, важны мотивация и материальная поддержка со стороны государства по отношению к некрупным участникам, ведь иногда перспективные авиакомпании не могут перейти на новый уровень из-за отсутствия требуемых для этого средств. Данное направление регулирования может быть реализовано посредством субсидирования, низкопроцентного кредитования, а также выплат материальных поощрений за достижение высоких показателей работы. В-третьих, требуется контроль за поведением крупных игроков: нельзя допускать коррупционной деятельности, сговоров, "поглощения" лидерами менее крупных предприятий и т.д.

Рынок пассажирских авиаперевозок весьма специфичен в силу определенных особенностей отрасли гражданской авиации. По нашему мнению, наиболее подходящей экономической моделью здесь является именно олигополия, и именно государство должно контролировать данный рынок от перехода к чистой монополии. Для этого необходимо применение целого комплекса мер по развитию конкуренции, к которым относятся: меры стимулирующего характера; меры по защите конкуренции; меры пресечения и предупреждения антиконкурентного поведения.

Список литературы

1. Мокроносов А.Г. Конкуренция и конкурентоспособность: Учебное пособие. – Уральский федеральный университет, 2014. С. 19-27.

2. Индекс Херфиндаля-Хиршмана: значение и методика расчета. Режим доступа: https://businessman.ru/new-indeks-xerfindalya-xirshmana-znachenie-i-metodika-rascheta.html (дата обращения 19.02.2019)

3. Статистические данные Росавиации о перевозках пассажиров. Режим доступа: https://www.favt.ru/dejatelnost-vozdushnye-perevozki-perevozki-passazhirov/ (дата обращения 19.02.2019)

4. Приказ Минтранса РФ от 25 сентября 2008 г. N 155 "Об утверждении Правил формирования и применения тарифов на регулярные воздушные перевозки пассажиров и багажа, взимания сборов в области гражданской авиации" Режим доступа: http://ivo.garant.ru/#/document/194556/paragraph/9063:0 (дата обращения: 19.02.2019)

Механизмы государственного сопровождения социализации молодежи на примере Российского движения школьников

Пироженков М.А.
Научный руководитель — к.соц.н. Коршунов А.В.
МАИ, Москва
tam.vse.dela@mail.ru

Сопровождение процесса социализации молодежи имеет первостепенную важность для государства. В ходе него у молодого человека формируется личность, как на основе характерных черт, присущих обществу в котором тот находится, так и его собственных индивидуальных характеристик. Гармоничное сочетание обоих типов черт обеспечивает индивиду интеграцию в социум. Параллельно с этим осуществляется процесс преемственности поколений – передача опыта в виде культуры и ценностей от предыдущего поколения младшему, что в свою очередь позволяет осуществлять воспроизводство общественных структур. Таким образом, успешность существования социума во многом зависит от успешности молодежи в процессе социализации.

В России под молодежью принято понимать социально-демографическую группу с особым социальным положением и психологическими свойствами, возрастные рамки которой составляют 14 – 30 лет. По данным Росстата, на начало 2019 года численность населения в возрасте от 15 до 29 лет достигла 25 272 000 человек, что составляет 17 % от общего числа населения[2]. Вследствие этого вопрос социализации молодежи должен быть одним из приоритетных в государственной молодежной политике.

Сопровождение социализации молодежи требует соответствующего нормативно-правого обеспечения. Так, 29 ноября 2014 года распоряжением Правительства РФ № 2403-р были утверждены «Основы государственной молодежной политики до 2025 года», где в качестве основной цели указано улучшение условий для интеграции молодежи в общество и ее самореализации [1].

Реализацию данной цели можно рассмотреть на примере такой организации, как Российское движение школьников. Организация была образована Указом Президента Российской Федерации от 29 октября 2015 г. № 536 «О создании Общероссийской общественно-государственной детско-юношеской организации «Российское движение школьников» [3]. Главной особенностью является статус – общественно-государственная организация. Органы государственной власти не могут вмешиваться в дела организации, ровно, как и наоборот, однако в качестве учредителя назначено Федеральное агентство по делам молодежи, а финансирование осуществляется непосредственно из государственного бюджета.

В данных условиях организация имеет обширные возможности по беспрепятственной реализации направлений государственной молодежной политики, что и отражено в уставе. Цели организации соответствуют определённым в «Основах ГМП до 2025 года» и сводятся к: во-первых, к совершенствованию государственной политики по воспитанию подрастающего поколения, а во-вторых, к содействию формирования личности на основе ценностей присущих российскому обществу. На практике это реализовано в виде четырех направлений.

Военно-патриотическое направление представляет организация Юнармия. Это работа военно-патриотических клубов; организация профильных событий, направленных на повышение интереса у детей к службе в ВС РФ; проведение образовательных программ в этом направлении.

Информационно-медийное направление осуществляет поддержку в создании и развитии школьных медиацентров, в том числе газет и журналов, радио и телевидения, новостных групп в социальных сетях. Занимается созданием единого медиапространства для школьников.

Гражданская активность представлена добровольчеством и волонтерством – явлением, получившим широкое распространение в России после олимпиады в Сочи в 2014 году.

Личностное развитие включает в себя творческое развитие, популяризацию ЗОЖ и популяризацию различных профессий.

Таким образом, в рамках деятельности Российского движения школьников созданы условия для успешной социализации молодежи.

Список литературы

1. «Основы государственной молодежной политики до 2025 года»
URL: http://static.government.ru/media/files/ceFXleNUqOU.pdf
2. Данные федеральной службы государственной статистики
URL: http://www.gks.ru/
3. Устав Российского движения школьников
URL: https://xn--d1axz.xn--p1ai/uploads/b2/554918693beea581b465c2e63bafa4.pdf

Зарубежный опыт государственного обеспечения транспортной безопасности авиации

Пучков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Шаламова Л.Ф.
МАИ, Москва
a-7465511@yandex.ru

Российское государство серьёзное внимание уделяет обеспечению безопасности полетов. В связи с этим актуальным является изучение зарубежного опыта в этой сфере.

Каждое государство, несмотря на наличие географических, культурных, национальных различий, должно обеспечивать безопасность гражданам и лицам, прибывающим на территорию, данных стран. Стандарты международного уровня обеспечения авиационной безопасности заложены в приложениях к Чикагской конвенции ИКАО.

Авиационная безопасность — это целый комплекс мероприятий, направленных на предотвращение актов незаконного вмешательства в авиационную деятельность.

В зарубежных странах проблема безопасности полетов на воздушном транспорте назрела к началу 1950-х годов. Официально первая попытка угона самолета состоялась 21 февраля 1931 года в Перу. Первый в мире захват коммерческого рейса, с целью получения выкупа за заложников, состоялся 16 июля 1948 года. Всплеск международного терроризма в 1960 – 1970-е годы вызвал ответную реакцию властей: в кратчайшие сроки родилась и выросла прежде не существовавшая система авиационной безопасности. В аэропортах появились устройства, просвечивающие багаж, металлоискатели, служебные собаки, обученные на поиск взрывчатки и других запрещенных веществ.

В Великобритании особое внимание служб безопасности аэропортов приковано к ручной клади.

В США «Золотым веком» угона воздушных средств был периодом 1968-1979 гг. Все в 2001 году попытки сводились к минимуму в связи с усилением авиационной безопасности. Однако ничто не помешало террористам захватить воздушные суда и совершить террористические атаки году. После данного происшествия радикально изменились схемы обеспечения авиационной безопасности пассажиров. Например, по новым правилам 2001 года на борт запрещалось проносить любые режущие предметы и приспособления, которые могут быть применены как холодное оружие. Лишь в 2003 году были сделан небольшие послабления и пассажирам разрешили оставлять в личной клади пинцеты, пилки для ногтей и бритвенные приборы. Также пассажирам не рекомендуется шутить на темы терактов и их подготовки – это может вызвать беспокойство у пассажиров и служб безопасности. Для того, чтобы пассажиры комфортнее себя чувствовали, проходя контрольные точки в аэропорте, средства массовой информации активно распространяют материалы с правилами поведения в аэропорту и при посадке в самолет.

В израильском аэропорту Бен-Гурион ранее наблюдались огромные очереди пассажиров при прохождении контрольно-пропускных пунктов, что усложняло работу служб безопасности, производивших до осмотр багажа и пассажиров. Именно поэтому государству пришлось искать альтернативные варианты решения данного вопроса. Компанией «EDS» была разработана специальная программа, участвовать в которой могли все граждане Израиля.

Суть программы заключается в том, что граждане добровольно предоставляют биографические данные для проверки и проходят персональную беседу с представителями служб безопасности, после чего они получают карту «проверенного» клиента. При условии, что личность владельца карточки подтверждается в аэропорту, он рассматривается как представляющий малую угрозу и избавляется от части проверок при прохождении досмотра. Если у пассажира нет карты или же он не может быть опознан системой, он вынужден проходить полный цикл процедуры досмотра, которая отличается особой строгостью.

Также стоит отметить, что многие эксперты в вопросах безопасности уверены, что одними технологическими новшествами угрозу актов незаконного вмешательства, в том числе захваты

гражданских самолетов, устранить невозможно. Многоуровневый подход безопасности в первую очередь должен полагаться на работу с пассажирами, а уже затем на оборудование.

Из-за недостаточного финансирования разработанные в последние годы федеральные целевые программы развития транспорта выполняются с большим отставанием. Также необходимо совершенствование административно-правового механизма обеспечения авиационной безопасности и более тщательное пресечение административных нарушений, посягающих на правила авиационной безопасности. Данные проблемы требуют неотложительных решений со стороны органов исполнительной и законодательной власти РФ, их необходимо решать не только с помощью разработки новых программ, систем и технологий безопасности полетов, но и с использованием лучшего опыта других государств.

Актуальные проблемы студенческого самоуправления в России

Ситкевич Е.О.
Научный руководитель — Михайлова Е.О.
МАИ, Москва
sitkevich.katya@yandex.ru

Студенческое самоуправление рассматривается в первую очередь как одна из форм воспитательной работы учебного заведения, которая направлена на формирование разносторонней личности, обладающей творческим потенциалом, активной жизненной позицией, критическим мышлением. Все это является залогом успеха подготовки современных специалистов, конкурентоспособных на рынке труда.

Кроме того, студенческое самоуправление – это одна из возможных практик реализации государственной молодежной политики, проводимой для укрепления общественного движения студентов, эффективного использования существующего потенциала студенчества для преобразования общества, решения проблем молодежи.

В качестве субъектов самоуправления можно выделить различные студенческие объединения, созданные на федеральном уровне, уровне субъекта Российской Федерации, в вузе, на факультете или в учебной группе.

Главнейшей проблемой студенческого самоуправлениия России являются недостаточные информированность и верность подачи информации о функционировании самоуправления в студенческой среде. Конкретизация причин данного процесса поможет в дальнейшем решению этой проблемы. Вместе с тем, к таким причинам можно отнести, например, неэффективный канал передачи информации, так как недостаточная освещенность события, рассчитанного на большое количество людей, на порталах, которые не пользуются популярностью, является фактором, приводящему к провалу мероприятия. Отсутствие интереса у студентов к самоуправлению, формирующемуся, как правило, на первом курсе, можно назвать второй проблемой. Истиной причиной может стать, и то, что студенты не ознакомлены с возможностями проявления собственной инициативы. Кроме этого, не стоит забывать, что негативное отношение, а также безынициативность со стороны администрации и преподавательского состава может отрицательного сказаться на активности студентов и стать одной из причин отсутствия интереса к самоуправлению.

Зачастую у обучающихся нет представления о цели студенческого самоуправления, а именно защите интересов студенчества. В нескольких высших учебных заведениях, где существует выборность руководителей, найдена проблема, обозначенная недостаточно квалифицированной работой лиц, назначенных на посты руководителей студенческих объединений. По факту, выборы могут существовать, но не выполнять своих функций, то есть быть фиктивными. Кроме этого, ознакомление студентов с нормативно-правовой базой студенческого самоуправления и студенческими объединениями внутри образовательного учреждения является необходимой частью проводимой работы.

Для более эффектного функционирования системы студенческого самоуправления необходимо скорректировать план работы. Итак, основная проблема заключается в информированности. Ее решение строится на алгоритме поиска оптимального канала передачи информации – например, использование популярных социальных сетей и введение поощрительных программ для студентов, привлекающих новых активистов. Студенты не знают других органов, кроме профкома и студенческого совета, что говорит о неэффективности всех остальных. Для решения всех этих проблем, администрация учебного заведения может предпринять ряд следующих мер для оказания поддержки студенческого самоуправления:

1. Организационная поддержка (поддержка только образовывающихся и уже функционирующих органов студенческого самоуправления администрацией учебного заведения, различных органов по делам молодежи субъектов Российской Федерации, а также министерств и ведомств, имеющих в подчинении учебные заведения (федеральный уровень);
2. Нормативно-правовая поддержка (определение статуса органов студенческого самоуправления);
3. Материально-техническая поддержка (помещения, связь, финансирование программ и мероприятий, текущей деятельности);
4. Информационная поддержка (создание банка данных);
5. Научно-методическая поддержка (социологические исследования, трансляция передового опыта работы);
6. Все виды кадровой поддержки (обучение студенческого актива, стажировки).

Итак, основным смыслом существования студенческого самоуправления является защита прав и интересов студентов перед администрацией вузов, но на практике, студенческим организациям охотно уступают лишь проведение досуговых мероприятий, а реальное воздействие на процесс обучения им чаще всего недоступно.

Остается констатировать факт, что вузам необходимы действительно сильные органы студенческого самоуправления, которые будут бороться за права студентов, а не просто развлекать их. Студенты должны видеть успешные примеры деятельности таких органов, а также знать, что каждый из них обладает правом и возможностью изменять положение вещей.

Государственное регулирование космической деятельности в Российской Федерации

Смирнова А.С.
Научный руководитель — Домрина Е.В.
МАИ, Москва
Nastya.abramovich.96@mail.ru

Государственные этапы реализации государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года определяются:

• Основами политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года

• Основами государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года (утв. Президентом РФ 14 января 2014 г.)

• Федеральным Законом Российской Федерации от 20 августа 1993 г. N 5663-I "О космической деятельности".

Государственными интересами Российской Федерации в области использования результатов космической деятельности являются:

а) конкурентоспособное развитие Российской Федерации и ее субъектов;

б) развитие высокотехнологичных и наукоемких секторов экономики страны;

в) повышение эффективности управления государством, его территориями и отраслями экономики;

г) развитие внутреннего рынка космических продуктов и услуг, в том числе за счет активного вовлечения предприятий малого и среднего бизнеса;

д) вхождение российских предприятий в число ведущих участников мирового рынка космических продуктов и услуг;

е) наращивание и использование конкурентных преимуществ Российской Федерации в сфере использования результатов космической деятельности.

Обеспечение эффективного использования результатов космической деятельности – задача государственного масштаба, имеющая межведомственный, межрегиональный, межотраслевой характер и затрагивающая интересы всех секторов экономики.

Для решения данной задачи необходимо на основе единой государственной политики консолидировать усилия и ресурсы федеральных органов исполнительной власти и компаний с государственным участием, создать условия для вовлечения в ее решение органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций различных форм собственности.

Инвестиции в космическую деятельность перспективны в том случае, если преимущественное внимание будет уделяться пилотируемым программам и космическим исследованиям. Продуктивность использования космоса детерминирована развитием научной основы космической деятельности – космонавтики. Наличие амбициозного проекта полётов в космос, основой которого должна быть сверхтяжёлая ракета-носитель, является не только необходимым условием развития космической отрасли, но и обеспечит России высокий рейтинг среди индустриально развитых стран.

На сегодняшний день государством принята уже третья федеральная космическая программа, которая должна быть реализована до 2025 г. Из бюджета на ее 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 упоминавшиеся выше исследования Луны.

Всего,на период до 2025 года, 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 на выполнение новой российской космической программы до 2025 годы позволит России оставаться лидером практически во всех отраслях ракетно-космической сферы, а также не потерять наработки по перспективным проектам освоения Солнечной системы.

Однако в системе управления ракетно-космической отраслью в РФ есть и ряд недостатков. В условиях рыночной экономики вся отрасль сконцентрирована в одной государственной структуре, что порождает монополизм и коррупцию в данной сфере.

Таким образом, необходимо привлекать частные компании в ракетно-космическую отрасль, чтобы она стала конкурентной и прозрачной, причем не только в области применения результатов космической деятельности, но и в сфере создания космической инфраструктуры.

Необходимо также развивать проектную деятельность в данной отрасли, в том числе и на международном уровне;

Внимания проблемно-патриотического и морально-этического воспитания молодежи, что в дальнейшем должно благоприятно отразиться на коллективной работе по достижению целей в развитии космической отрасли.

Управление социализацией студенческой молодежи

Чавкина А.Ш.
МАИ, Москва
prazdnikoff.organ@yandex.ru

Социализация личности – это одна из фундаментальных проблем социально-гуманитарного познания, требующая непрерывного изучения и переосмысления. Отдельное место в этой теме занимает социализация молодежи как особой социально-демографической группы, которая является ключевым условием конкурентоспособности в условиях глобализации и одним из субъектов обеспечения национальной безопасности страны, что отражено в нормативно-правовых актах [1].

Современное общество непрерывно увеличивает свои требования к индивиду во всех сферах общественной жизни. Справиться с многочисленными изменениями помогает социализация – непрерывный процесс усвоения личностью норм, ценностей и установок конкретного общества. Особое внимание направлено на институты социализации – те учреждения, которые обеспечивают процесс социализации и направляют его. Одним из главных социальных институтов современного общества выступает институт высшего образования.

По данным статистики [2], на сегодняшний день в России общее количество студентов, обучающихся по программам высшего образования, составляет порядка 4,3 млн человек. Из них 90% обучается в государственных образовательных организациях высшего образования. На бакалавриате учится 3,03 млн человек, магистратуре – 0,51 млн человек, специалитете – 0,7 млн человек, в аспирантуре – 0,09 млн человек.

Институт высшего образования на протяжении всей истории России оказывал сильное влияние на студенчество как особую молодежную группу. В имперский, советский и современный периоды исследователи отмечают значимость влияния социального института высшего образования в ходе социализации молодежи и управлении этим процессом.

Известно, что наиболее активными участниками революционных событий 1905-1907 и 1917 годов являлась молодежь. Это свидетельствует о несовершенстве социализации молодежи в имперский период, а также о кризисе различных социальных институтов [3]. В исследованиях, посвященных системе образования в Российской Империи, представлена критика особенностей процесса получения образования молодежью. Так, отмечалась необходимость максимальной автономии университетов от государства и одновременное ограничение его вмешательства в деятельность высших учебных заведений [4].

В советский период процесс социализации молодежи осуществлялся в рамках положений марксистко-ленинской идеологии и классового подхода. Задачей всех институтов социализации выступало формирование социалистических идеалов у молодых поколений. В этом процессе молодежь рассматривалась не как объект воспитания, но как творческий субъект, для развития которого совершенствовались система профессиональной ориентации молодежи и ее подготовка к труду. С этой целью особое внимание уделялось развитию высшей школы. [5]

В настоящее время институт высшего образования выступает одним из наиболее значимых агентов и институтов социализации молодежи. В то же время вся система российского образования претерпевает множество реформаций долгие годы, находясь в кризисном состоянии [6]. В этой связи можно говорить о деформации социализирующей функции института образования. Кроме того, ряд исследователей видят кризис образования в стремительном падении качества образования, снижении культурного уровня населения, отток талантливых студентов за границу [7].

Подводя итог, отметим, что управление социализацией студенческой молодежи на протяжении всей истории развития нашей страны было и остается непростым вопросом. Очевидно, что эффективность управления социализацией молодежи зависит от множества внешних и внутренних факторов. Назрела потребность пересмотрения управленческих подходов и механизмов для формирования нового мировосприятия молодого поколения, готового к вызовам современности.

Список литературы

1. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 г. № 683 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2016. № 1. ч. 2. ст. 212.

2. В Минобрнауки сообщили об увеличении количества студентов-бюджетников в 2018 году: ТАСС [Электронный ресурс] // URL: https://tass.ru/obschestvo/5505642 (дата обращения: 10.01.2019)

3. Елишев С.О. Социальное манипулирование молодежью: науч. моногр. / С.О. Елишев. – / М: Канон+РООИ «Реабилитация», 2019. – С. 139-140

4. Сперанский Н.В. Кризис русской школы. Торжество политической реакции. Крушение университетов. - / М.,1914.

5. Кон И.С. Молодежь // Философский энциклопедический словарь. – /М:/: Советская энциклопедия, 1983. С. 385.

6. Елишев С.О. Социальное манипулирование молодежью: науч. моногр. / С.О. Елишев. М: Канон+РООИ «Реабилитация», 2019. С. 111-112

7. Зырянов В.В., Носкова А.В., Осипова Н.Г., Титова М.А. Национальная система образования России: проблемы и перспективы в контексте реформирования и глобализации // Вестник Московского университета. Сер. 18. Социология и политология. 2015. №3. С. 63.

Проблемы социализации молодых людей с ограниченными возможностями здоровья

Чернова М.О.
Научный руководитель — Простотина Ю.В.
МАИ, Москва
airamchernova@gmail.com

Задача социализации граждан, имеющих ограниченные возможности здоровья, является достаточно острой для всех мировых государств. Ключевой сложностью в ее решении становится необходимость не только изменения общественного сознания в данной области, но и привлечение многих специализированных учреждений и структур. Процесс социализации подобных граждан должен включать не только медицинскую реабилитацию, т.е. улучшение состояния здоровья, но и усилия, направленные на достижение человеком максимальной самостоятельности и готовности к независимой и равноправной жизни в государстве.

По сведениям Росстата, на 1 января 2018 года в Российской Федерации зафиксировано 12,1 миллионов человек всех групп инвалидности (8,2% жителей Российской Федерации). Из них мужчин — 5,2 миллионов человек, женщин — 6,9 миллионов. Детей-инвалидов в Российской Федерации

зафиксировано 0,7 миллионов человек. В 2017/18 учебном году в программы высшего образования были зачислены 6,9 тыс. учащихся-инвалидов, в программы среднего профессионального образования — 8,3 тыс. инвалидов. Для сравнения: до этого в среднем ежегодно с 2008 года в вузы поступали 5,9 тыс. инвалидов, в среднеспециальные учебные заведения — 5,3 тыс. инвалидов. Таким образом, вопрос социализации лиц с ограниченными возможностями остается по-прежнему актуальным.

Проблему социализации молодых людей с ограниченными возможностями необходимо причислить к одной из острых общественных проблем, поскольку, к сожалению, в Российской Федерации все большее количество людей проживает в ограниченной жизненной среде, характеризующейся социальной недостаточностью. Молодые люди с ограниченными возможностями здоровья относятся к наиболее социально незащищённой категории населения и более остро нуждаются в помощи со стороны государства. Для них затруднительно получить образование, их достаток существенно ниже среднего, а потребности в медицинском и общественном сервисе значительно больше.

В последние годы в нашей стране наметилась тенденция к улучшению ситуацию с социализацией инвалидов:

• Приняты соответствующие законодательные акты. Например, Россия подписала Конвенцию о правах инвалидов (утв. Резолюцией Генеральной Ассамблеей ООН от 13 декабря 2006 г. №61/106), постановление Правительства РФ от 29 июня 2011 г. № 523 «О федеральной целевой программе "Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года"».

• Складывается концепция нового вида специализированных учреждений – реабилитационных центров, позволяющих в комплексе решать многочисленные проблемы.

Для государства разрешение вопросов социализации инвалидов позволяет реализовать принцип социальной направленности, сократить общественную напряженность среди данной группы граждан. Результаты исследований и практическая деятельность подтверждают то, что каждый индивид, имеющий дефект развития, способен при определенных обстоятельствах и с помощью государства стать полноценной личностью, совершенствоваться духовно, обеспечивать себя в материальном отношении и быть полезным окружению. В связи с этим необходимо, чтобы для различных категорий инвалидов при выборе форм социальной защиты ориентиром было удовлетворение потребностей высшего порядка, а именно получение образования, профессиональной подготовки, помощь в трудовом устройстве.

Роль информационных технологий в повышении оздоровительного потенциала физической культуры

Школьникова А.С., Силаев А.Е.
Научный руководитель — доцент Боброва О.М.
МАИ, Ступино
annashkolnikova14.99@gmail.com

Информационные средства в области физической культуры включают в себя компьютерные, аудио и видеопрограммы, печатные материалы, с помощью которых можно:

1. Определить особенности и структуры тренировочных нагрузок, приобрести базовые знания, расширить кругозор знаний в области информационных технологий.
2. Ознакомиться с современными научными исследованиями, используя программы учебно-тренировочных занятий, предусматривающие достижение студентами запланированного физического состояния (сдача норм ГТО, выполнение текущих и контрольных тестов).
3. Осуществлять систематический контроль и анализ за динамикой физического состояния студентов, с постоянной коррекцией программного материала (объём, интенсивность и т.д.).

Целью данной работы является:

1. Повысить эффективность физического воспитания молодёжи с применением информационных средств в учебно-тренировочном процессе.
2. Ознакомить студентов с информационными средствами и методами, направленными на укрепление здоровья и физических качеств.

Методами исследования был педагогический эксперимент с участием студентов, в форме тестирования и метода социологического опроса, с целью оценки эффективности, применяемых на практике информационных технологий.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в результате направленной физической подготовки повышается физическая активность студентов, улучшается восприятие и переработка

информации, активизируется мыслительная деятельность, скорость и точность выбора решений, увеличивается фаза устойчивости работоспособности, совершенствуются основные физические качества.

Указанная методика сокращает сроки совершенствования физических качеств студентов, даёт возможность избирательно воздействовать на студентов с разным уровнем физических качеств и тем самым более успешно и в сжатые сроки подготовиться к выполнению требований учебной программы и норм комплекса ГТО.

Данная методика дает возможность одновременно получать основные динамические параметры всех фаз выполнения того или иного упражнения. Можно сразу проанализировать объем и интенсивность, заданный уровень физиологических изменений в организме, определить ведущие элементы, от которых зависят качество и результат выполнения упражнения.

Система измерения мгновенной скорости на контрольных отрезках, оценка ЧСС и давления позволяет определять физическое состояние занимающегося, вносить соответствующие коррективы в учебно-тренировочный процесс.

Информационные технологии прочно вошли в сферу деятельности физической культуры. Применение их осуществляется как на простом уровне, так и на уровне, где требуются специальные знания и умения- биомеханический анализ техники движения спортсмена, проектирование тактических схем ведения борьбы, анализ функционального состояния спортсмена, оценка адаптационных возможностей человека к физической нагрузке.

Характерные черты российского научно-технического авиационного стиля по сравнению с английским

Абрамова Д.А.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
Abramowa-Dr@mail.ru

In this paper we compare the stylistic and grammatical features of English and Russian scientific and technical aviation style. The main features of the Russian scientific and technical aviation style are strict clarity of presentation, clarity of definition and conciseness of the form. When translating English text, the translator must fully and accurately convey the author's thought, putting it into the shape inherent in the Russian scientific and technical style and by no means transferring the specific features of the English original to the Russian text.

To illustrate this, let us dwell on some stylistic and grammatical features of the English scientific and technical text, not typical for the Russian style: 1) In the English text, personal forms of the verb predominate, while the Russian scientific style is more characteristic of impersonal or indefinite personal turns, for example: You might ask why aircraft designers have often chosen to use composite materials. – Можно спросить почему авиаконструкторы часто выбирают композитные материалы). We know that sustainability is important in aircraft designing. – Известно, что при авиационном проектировании важна устойчивость.

2) In English descriptive texts, the future time is often used to express ordinary actions. Guided by the context, one should translate such sentences not in the future, but in the present, sometimes with a modal tinge, for example: Composite materials will reduce the weight of the structure by 70% – Композиционные материалы уменьшают вес конструкции на 70%. Figure 5 gives a drawing of an engine; the screw will be seen on the left. – На рисунке 5 изображен двигатель, винт виден с левой стороны.

3) In English technical texts, passive constructions are especially common, while in Russian the passive voice is used much less frequently. When translating, therefore, we often have to resort to replacing passive constructions with other means of expression, more characteristic of the Russian language, for example: More aircraft weight is saved by using carbon-fiber composite. – Использование композита армированного углеводородными волокнами существенно снижает вес воздушного судна.

4) The authors of English technical literature widely use various abbreviations that are completely uncommon in Russian, for example: d.c. (direct current) – постоянный ток, a.c. (alternating current) – переменный ток, s.a. (sectional area) – площадь поперечного сечения. Such abbreviations in translation should be spelled out and given with full designation.

5) Some words or expressions in the English text contain an image alien to our language. When translating, they should be replaced by analogues, i.e. expressions corresponding in meaning, but more common for Russian text, for example: We have learned to produce dozens of composite materials replacing iron in the aircraft industry. Instead of dozen in Russian, the word ten is usually used in such cases, so we translate this sentence: Мы научились производить десятки композитных материалов, заменяющих железо в авиастроении.

Список литературы

1.Лебедева О. Г. Стилистико-грамматические особенности английского текста // Филология и лингвистика: проблемы и перспективы: материалы Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, июнь 2011 г.). Челябинск: Два комсомольца, 2011. — С. 35.

2. Морозова М.А. Особенность технического перевода научных текстов авиационной тематики. URL: http://venec.ulstu.ru/lib/v9/Morozova_1.pdf (дата обращения 27.02.2019)

3.Пумпянский А. Л. Лексические закономерности научной и технической литературы. Англо-русские эквиваленты. Калинин: 1980. – 83 с.

Некоторые аспекты изучения англоязычных материалов аэрокосмической направленности (на примере темы «Особенности эксплуатации планетоходов: марсоход Opportunity – 2»)

Шин С.Д.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
Shin.irina2000@gmail.com

Научная работа студента аэрокосмического вуза не только служит накоплению знаний по будущей инженерной специальности, но и формирует умения планировать процесс исследования, грамотно отбирать материал, организовывать экспериментальную работу, развивать теоретические и практические знания.

Авторы данного исследования отмечают, что студенты младших курсов, обучаясь на технических кафедрах, сразу попадают в особую инженерную среду: семинары в лабораториях со специальным научным оборудованием; обучение в Учебно-военном центре; занятия по аэрокосмическим специальностям в окружении авиационной техники; обучающие экскурсии в музее авиации «Монино». Будущие фундаментальные научные исследования и участие в прикладных высокотехнологичных разработках берут начало в первых шагах на поприще НИРС.

В данном исследовании рассмотрены некоторые аспекты работы с англоязычными материалами по теме «Особенности эксплуатации планетоходов»:

1. Изучение англоязычных сайтов.

Грамотный подбор лексики крайне важен для поисковой работы в интернете. К примеру, запрос с набором терминов vehicle (транспортное средство), rover (вездеход), Marsrover (марсоход) открывает доступ к научно-популярным статьям, тогда, как введение в строку поиска таких терминов, как ascent-descentvehicle (взлетно-посадочный модуль), aeroshellcomposites (композитные материалы, применяемые для защитного кожуха двигателей мягкой посадки), motortestvehicle (аппарат для испытания двигателей) позволяет изучать профессиональные научные материалы.

2. Расширение области задач.

Исследуя материал по узконаправленной теме (марсоход «Opportunity» – 2, к примеру), необходимо обладать общеинженерными знаниями, чтобы понимать аргументацию фактов и правильность поданной информации. Запуск марсохода Opportunity – 2 является вторым проектом американской компании NASA в рамках миссии MarsExplorationRover. С 2004 года на Марс были успешно доставлены марсоходы второго поколения MarsExplorationRoverMER-A «Spirit» и MER-B «Opportunity». Но и эти знания должны усовершенствоваться за счет анализа похожих проектов, к примеру, миссии «MarsScienceLaboratory (MSL)» - «Марсианская научная лаборатория» (МНЛ), в рамках которой на Марс был отправлен планетоход «Curiosity», который к 2017 году преодолел по поверхности Марса более 15 км. Сравнивая технические характеристики аппаратов программ MarsExplorationProgram и MarsExplorationRover, студент приобретает навыки системной работы с материалами: синтеза, анализа, сравнения, как методов научного познания.

3. Разнообразие источников информации.

Владение английским языком позволяет студенту-исследователю изучать материал многопланово. К примеру, в социальной сети «Twitter» есть специальный блог, «авторами» которого выступают два марсохода: «SpiritandOppy» (сокращенный вариант от имени собственного «Opportunity»). Сообщения о «жизни» аппаратов на Марсе, мгновенно передаваемые в Твиттер и комментируемые тысячами пользователей на английском языке, не только позволяют исследователю быть в курсе событий, но и обогащают технический словарь студента. Примерамилексических единиц из источника "Twitter" являются следующиетермины: record-breakingachievement – рекорд побит, successfulrobot – успешно действующий робот, intenseduststorm – сильная пыльная буря.

4. Расширение словарного запаса.

Работа с англоязычными источниками не только обогащает научно-техническую лексику студента-исследователя, но и помогает применять грамматические правила на практике. При чтении онлайн статей о марсоходе «Opportunity» – 2 отрабатывается навык перевода конструкций PassiveVoice, времен группы Perfect, корректного подбора эквивалентов к словосочетаниям, содержащим предлоги места и времени. Примером может служить работа со статьей «InPhotos: HowNASASaidGoodbyetotheOpportunityRoveronMars».

Библиография:

1.NASA'srecord-settingOpportunityrovermissiononMarscomestoend / [Электронныйресурс]. Режим доступа: https://www.nasa.gov/press-release/nasas-record-setting-opportunity-rover-mission-on-mars-comes-to-end, свободный. - Загл. с экрана. Дата обращения (15.01.2019)

Особенности перевода с английского языка на русские технические термины

Абузова Л.А., Любимская Е.Р., Силетских Н.Р.
МАИ, Москва
abuzova2015@yandex.ru

Чтобыпроанализироватьособенностипереводатехническихтерминов, мывыбралитекст, которыйявляетсяотрывкомизстатьи «Aerodynamicoptimisationofacambermorphingaerofoil», опубликованнойвжурнале «AerospaceScienceandTechnology». В нем авторы обсуждают вопросы оптимизации самолета. Статья адресована определенному кругу специалистов, интересующихся обсуждаемой темой. В статье представлена в основном описательная информация, несмотря на то, что ведущей композиционно-речевой формой является повествование с элементами рассуждения.

Обратимся к способам образования терминов. Начнем с терминов, образованных морфологическим методом:

In a broad sense, the camber of an aerofoil describes its asymmetry, and is typically used to control its zero-lift angle of attack.

префикс aero + корень foil сложение основ zero+lift

Слово «аэродром» также можно перевести как «профиль», но из-за того, что многозначность этого слова в русском языке не позволяет точно определить его значение в контексте, слово «аэродинамическая поверхность» было переведено с помощью конкретизации. Для второго термина был найден эквивалент. (zero-lift - нулевая подъёмная сила)

Almost all modern aircraft use discrete control surfaces, such as flaps, ailerons, or sometimes slats, to adjust the camber of the wing.

корень air + корень craft префикс sur + корень face

Для перевода термина «aircraft» - самолет, вертолет, воздушное судно, эквивалент был выбран для обозначения собирательного термина "воздушное судно", поскольку в контексте не указывается какой-либо конкретный вид транспорта. Второй термин (surface) также был переведен эквивалентным.

Trailing edge devices are typically hinged surfaces occupying the rearmost 20– 30% of the chord which rotate to change their angle.

Trail+ суффикс прилагательного ing

Термин в начале предложения на русском языке имеет несколько синонимичных эквивалентов, полученных путем трассировки, один из них был выбран для перевода.

Spacecraft rely on liquids for everything from fuel to life support systems for astronauts.

Сложение основ – space (пространство, космос) и craft (ремесло).

Предложение начинается с термина «космический корабль», который уже имеет несколько синонимичных эквивалентов на русском языке, представляющих собой калькирование.

Camber-morphing airfoils aim to achieve their camber change in a smooth way, to potentially reduce this drag penalty.

Основную трудность здесь вызывает термин-словосочетание, состоящий из сложного прилагательного (сущ.+прил.) и существительного. Для его перевода был использован метод экспликации.

При переводе текстов научного стиля необходимо помнить, что их отличительной чертой является наличие определенной доли терминологических единиц, будь то научно-популярная статья, техническая документация или диссертация. С помощью терминов всегда можно определить предмет таких текстов, они являются ориентирами, позволяющими переводчику и читателям определить основные аспекты предмета, обсуждаемого в тексте. Количество и уровень специальной лексики в тексте определяется его получателями. Научно-популярные статьи, как правило, ориентированы на большой круг реципиентов, но даже для таких текстов по-прежнему характерны объективность и определенный нейтралитет изложения.

Увеличение числа инцидентов на борту воздушного судна как актуальная проблема авиационной безопасности

Андросюк М.А.
Научный руководитель — Кожевникова И.Д.
МГТУ ГА, Москва
androsyuk-m@mail.ru

Airline personnel have found it necessary to deal with unruly and disruptive passengers, some of whom display violent behaviour. This behaviour can result in serious injury to staff and passengers and can compromise the safety of the aircraft, so passengers and flight safety are at risk. These situations primarily include conflict, which may arise on board of aircraft. This paper examines the main incidents of air rage and presents reasons why this phenomenon should come to the public eye in recent years. The most frequent violations of the rules on board of the aircraft, due to which conflicts arise, are drinking alcoholic beverages; smoking in the cabin and in the toilet of the aircraft; bringing aboard items prohibited for transportation; violation of public order (inappropriate behavior, obscene language); fights between passengers; beating or insulting flight attendants.

It should be noted that the decisive role in resolving conflict situations on board of the aircraft belongs to the cabin crew. From their professional skills in communication with different categories of passengers depend avoiding a conflict or its solution. One of the tasks of flight attendants in passenger service is the timely identification of the so-called "problem passengers", whose words and actions can provoke a conflict. It is necessary to understand that the inadequate behavior of the passenger on board is incomparable with

domestic hooliganism on earth. In creating an extraordinary situation caused by abusive actions of passengers, the lives of all passengers and crewmembers are at stake. In the practice of Russian carriers, it is common for aircraft commanders to make a decision about unplanned landing in order to get rid of a too dangerous passenger. This causes huge material losses for the airline and also it is the reason of enormous stress for passengers, crew and ground service workers. It should be noted that air rage incidents attract the attention of regular media and airlines, unions and governments are attempting initiatives to tackle this issue.

This paper also summarises initiatives that airlines, air transport unions and aviation authorities have introduced in an attempt to combat air rage incidents. In conclusion, it should be noted that air rage incidents necessitate the amendments in the current Russian legislation in the field of air, administrative, civil and criminal law, as well as amendments to the existing regulatory legal documents of airlines that regulate the service and transportation of passengers.

Referenses:

1. Oboz N.N. Psychology of conflict and how to resolve it - SPb : Ladia, 2011.

2. Air Code of the Russian Federation of March 19, 1997, No. 60-FZ (as amended and added as of January1, 2013).

Conventional and Innovative solutions for flying phobia

Астраханкина Е.В.
Научный руководитель — доцент, Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
astrakhankina@gmail.com

At first sight, flying phobia or aerophobia may seem like a fear, which can be suppressed by a glass of wine, but actually it is a clinical disorder which may symptomize in anxiety, vomiting and panic attacks. Some people even avoid flying losing the opportunity to travel and refusing significant business trips. Fortunately, aerophobia is not that hard to treat.

Therapy with a counsellor and the aviation specialist is a conventional solution for aerophobia. It comprises lectures about panic attacks and their reasons, then comes aerodynamics and all stages of flight in plain language, takeoffs and landings, possible weather conditions and turbulence. Nowadays, there are new techniques like a special mobile application, which allows the sufferer to get the live information about the flight. Professionals assure that it helps to feel safe and to calm down.

The research answers the following questions:

• How many people suffer from aerophobia and why?

What causes the disorder?

-What would the combined effect of conventional and innovative approaches be?

• Is self help effective for this type of acute anxiety?

Around 15% of people around the world suffer from aerophobia. This percentage has no correlation with the air crash statistics for the particular country.The problem causes psychological and physical discomfort both to the sufferers and their fellow passengers. It definitely requires new research and studies.

Referenses:

1. Aerophobia: The Fear of Flying. Article by: Kathleen Smith, PhD.

URL: https://www.psycom.net/aerophobia-fear-of-flying/

2. Fear of Flying Phobia – Aerophobia. Article by Jacob Olsen.

URL: https://www.fearof.net/fear-of-flying-phobia-aerophobia/

3. The Joy of Flying: Overcoming the Fear. Book by W. H. Gunn, PhD. PublishedSeptember 1st 1987 byWingsPublications.

Применение теории игр при выборе приоритетных направлений развития авиакомпаний

Ахматова Д.С., Ахматова М.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Меерсон А.Ю.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

jennet.marie05@gmail.com

Currently, the worldwide airlines operate in the conditions of global economic instability and intensive market changes. In this context, the primary objectives of the airlines are focused on the formation of effective market strategy, improvement of business competitiveness and insuring a flexible response and timely adaptation to the changes of the external environment (e.g. political, technical, socio-cultural and economic factors).

One way of generating the long-term optimal solutions to provide the elaboration of these issues is the formulation of decision-making on the mathematical basis. It allows to conduct the critical analysis of the situation and develop the effective business strategy. The mathematical basis is in the implementation of Game theory to simulate the "conflict" of scenarios and consider all the possible scenarios under risks and uncertainties.

In this research, there is a problem of elimination of the inefficient subsidiary airline companies A1, A2, A3 owned by a major airline A for which it is required to use the Game theory. It is important that a cessation of activity of the inefficient subsidiaries will affect an increase of the market share of major airline A in the civil air traffic industry and reduce the cost of maintaining of the inefficient airline companies A1, A2, A3.

Based on the raw data such as the demand for services of the subsidiary companies A1, A2, A3 from customers for 2015, 2016, 2017 and 2018, the Payoff matrix is developed and checked for the saddle points. There are no saddle points, thus, the solution of the game is in the mixed strategies. In addition, we have not the dominant rows and columns in the payoff matrix. So, the game is solved by the linear programming through the mathematical model of the pair of dual problems. The minimum and maximum of the functions under the constraints are found and problem is solved using the simplex method.

Further, implementing the iteration method, we have the first basic plan that is suboptimal because the index row has the negative coefficients, so, we should continue the iterations. In this way, we are finally on the third basic plan with the index row that contains no negative elements. Thus, we have found the optimum plan for the problem of research. We form a matrix A with the components of the vectors included in the optimal basis. Using the latest iteration of the primal problem, it is possible to get the optimal plan of the dual problem. After all, we have the value of game and the framework in which all the inequalities are fulfilled as equality or strict inequality, then the solution of the game is found true.

Thus, through the implementation of Game theory and linear programming, the optimal strategy for the major airline company A is found: the subsidiary airline A1 should be eliminated; subsidiary airlines A2 and A3 can continue their activities because they have the greatest demand for their services from the citizens. If the airline major airline A implements this strategy, it will get the expected value that is not lower than 157 million rubles with a probability equal to 0,7.

The methodology analyzed and realized in this research should be used in practice for finding the optimal solution for aircraft loading, determining the work schedule of employees, developing the flight program, marketing policy and other strategic issues faced by the airline company management in the context of the unstable economic situation in the air transport market, as well as the incompleteness of the original information. The Game theory allows to ensure the optimal management solution in simpler situations or to obtain additional information for its detailed analysis in more complex situations.

Межкультурная коммуникация в сфере информационных технологий

Бабченков В.Ю.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
vbabchenkov@mail.ru

Currently the term "Information technology" means a fairly wide range of disciplines and fields of activity. On the one hand, they include all the technologies used on various computing machines - smartphones, laptops, personal computers and others, which significantly increase human productivity. On the other hand, it is customary to understand information technologies as related disciplines associated with engineering, science and engineering.

Information technologies are used by us on a daily basis, and are relevant not only in the field of work but also in everyday life, leisure and study. Today it is difficult to find the sphere of human activity where computer technology and computational algorithms are not used. Moreover, we can confidently say that information technologies such as neural networks (artificial intelligence) set the trend in the development not only of IT, but also of the entire world.

Today information technologies embrace and unite the whole world (World Wide Web). Thanks to modern communication tools such as instant messengers and social networks, you can interact with people in different parts of the world in real time.

These funds occupy an increasingly significant place in the structure of human communication. And here the question of intercultural communication arises quite clearly. The Internet has played an important role in actualizing the linguistic problems of human-computer interaction. The worldwide computer network opens up new opportunities for communication between representatives of various ethnocultural and multilingual communities.

For example, workers in the field need to interact with colleagues not only from their own country, but also foreign specialists. In such cases, as a means of intercultural communication English is often used.

Speaking about the special role that English plays in international communication it should be mentioned that English is declared the official language of international and transnational corporations. About 50 percent of companies in Europe communicate in English. As an example, Philips is a Dutch international company in which English was chosen as the language of communication, not Dutch. A similar situation is observed in the German company Porsche, where English was preferred to the German language, despite the fact that many Germans work in the company, as well as the fact that German itself is the language of global communication. The Russian company Luxoft also preferred English to Russian.

In this area of information technology, intercultural communications have their own characteristics. When communicating with someone on the Internet, a person often sees an avatar in front of him, rather than an interlocutor's face, which results in a reduced sense of responsibility for the actions / spoken words.

If we turn to the live communication in the IT environment of specialists, then we can observe that programmers, developers, etc. are used to shorten the time of writing texts use simplified vocabulary, including abbreviations of words and sentences, simplifying the construction of sentences. Slang is actively used – words that are unambiguously interpreted only by people who are knowledgeable in this subject area. One of the modern trends is the use of anglicisms in Russian both in personal communication and at the company level.

All this leads to a change in the style of speech, which is gradually applied to communication with other people.

Билет на Луну

Баранова А.Н.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
alba98@yandex.ru

The Moon is the closest cosmic body to the Earth. People dreamed of exploration of the Moon from the ancient times. French writer Jules Verne proposed the first serious and technologically based project on the flight to the Moon. Nowadays we can see how the humanity has begun to turn the dreams into life.

The participation of Russia in projects of conquering the Moon is great. In 2009, the scientists began to elaborate the vehicle for this mission. To fulfil this task the designers submitted the project for consideration. The spacecraft was named “Federation”. The purpose of creating a new vessel is to ensure national security, technological independence and Russia's access to space. It also foresees the delivering people and cargo to

orbital stations, exploring the Moon and carrying out the landing on its surface. The concept of next-generation manned spacecraft is of great importance and very sophisticated in this content.

Construction features

Spacecraft has a modular construction. Reusable capsule and engine compartment are functionally completed items. The vessel will possess reusable thermal protective tiles on the crew module, instead of a traditional ablative system that burns out in layers during the re-entry into the Earth atmosphere. One of the most unusual features about the capsule appears to be the thrusters and landing gear. The capsule will possess such engines to soften its landing on the Earth surface after the atmosphere re-entry. The ship will be equipped with solid-fuel engines of 22.5 ton-force and single-component engines (hydrogen-peroxide) with thrust of 75 kg per second.

During the flight to the Moon the crew risks to be in the solar flare x-ray and to get a high dose of radiation; that's why the spacecraft "Federation" will receive qualitatively new sensors to measure doses of radiation. They are located throughout the vehicle and the data will be transmitted automatically to the Earth.

The spacecraft will be 20 feet (6.1 meters) in length and have the mass of approximately 14.4 metric tons.

Modifications

Roscosmos presented various modifications of the spacecraft. The vessel was designed to operate autonomously up to 30 days with the possibility of being docked to the International Space Station within a year. A lunar version could perform 14-day mission to orbit around the Moon, or being docked to the lunar orbital station (LOS) up to 200 days. The spacecraft is being developed to have the opportunity to deliver human beings (up to four cosmonauts) and the cargo to the Moon as well as to space stations in the low-Earth orbit.

Conclusion

Elaboration of the new spacecraft would lead to qualitative changes in the Russian space exploration. However, it is evident that the development of spacecraft "Federation" demands a lot of efforts, but it could be the next step in the history of Russian cosmonautics. Principally new technologies will be used aboard the spacecraft that will lead the humanity to the new sophisticated level.

Почему знание английского языка так важно для пилотов?

Безруков В.И., Кузнецов И.М., Коновалова Е.Д.
Научный руководитель — к.п.н. Рыбакова Л.В.
МАИ, Москва
wasor4ik@yandex.ru

Nowadays air flights stopped being that unimaginable. And airlines faced serious problems which solution became business of paramount importance. One of the most important problems that we are going to discuss in detail is the growth in the number of international flights and their safety.

Every day more than 50000 of such flights are made all over the world. That is why there was a need for maintaining radio communication in one universal language. The main international language is English which was chosen as the language of maintaining radio communication. This decision was made at a meeting of the ICAO organization. This organization is the UN specialized agency establishing the international standards of civil aviation and coordinating its development for the purpose of an increase in security and efficiency. When the main language was approved, ICAO adopted the law on qualification requirements to a crew. In Russian legislation, this law was adopted and called Federal Aviation Rule No.147. One of the points of this order says that each member of flight crew, who takes part in international flights, has to take the examination for knowledge of usual English generally and aviation English in particular. Compliance to requirements is in Section 1.2.9 of Chapter 1 of Appendix 1 "Issue of certificates to aviation personnel" to the Convention on the international civil aviation. According to the results of these exams, the crew members are assigned a certain level of language proficiency. For admission to the international flights the fourth level or above is necessary.

There is a certain gradation of levels - from first to sixth. The fourth level assumes free language proficiency, beginning from the ability to maintain radio communication, and finishing with the ability to argue on various subjects concerning daily occurrence or work. The fifth level assumes knowledge of the language in perfection, that is the fast speed of answers without thoughts, a big lexicon, a total absence of grammatical mistakes. The sixth level is mostly assigned to native speakers.

Why do we need at least fourth level language skills? This question as well as many others we were lucky to discuss with the professional pilot, nowadays the member of special air squadron "Russia", whose name is Strelnik Sergey Anatolyevich. He explained us important facts on the issues of interest.

The first for what the good level of English is necessary we already mentioned above, for maintaining a radio communication. The fact is that the pilots have a specific charter that specifies the rules for conducting a conversation, as well as specific abbreviations terms, and pronunciations of certain words. For example, the number four is pronounced as [fɔr], and number three as [trɪ]. In this case, the pilot should easily perceive all the words of the dispatcher by ear, which for a person with a third level of knowledge of English may not be the easiest task.

The second situation where the pilot should use the "fourth level" is not so trivial. Present that the pilot, at an entrance on taxiway sees before himself a suspicious subject. As the further movement of the aircraft is impossible and incident could pose a threat to crew members and passengers, a pilot has to report all details to dispatch service, using English. At the same time, it is necessary to report the nature of an emergency situation, the exact time, a type of an obstacle, its color, material, to describe a status of crew and passengers. Good knowledge of English will help the pilot not to become puzzled and to report on incident in time.

The third and last main situation follow from the previous one. By first of all, let us says a few words about SAFA(Safety Assessment of Foreign Aircraft). This program provides the current status monitoring of aircrafts(AF) at the airports. The SAFA program defines that each member state of ESAS can inspect foreign AF during their stay in the airport according to the procedures, general for all member countries of ESAS, with providing reports of a uniform standard. The checks entering the SAFA program are presented in the form of the leaf containing 54 points. For our research is important point in which says that after an incident, the member of inspectorate of SAFA is obliged to conduct complete survey of crew. He finds out details, the possible reasons and consequences of incident and enters testimonies of crew in the protocol. This means that after the complete elimination of the consequences of an emergency, the crew must once again describe what happened, but in as much detail as possible, analyzing and drawing conclusions.

In conclusion, we note that the high level of knowledge of professionally-oriented and spoken English, abbreviations, the skills of the entire crew ensures the safety of the flight.

Возможная обитаемая планета за пределами Солнечной системы

Бекренева М.П.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
mbekreneva@gmail.com

Astronomers at the European southern Observatory (ESO) have confirmed the existence of an earth-sized planet orbiting Proxima Centauri, the tiniest member of an Alpha Centauri system.

Extra-solar planet has become of great interest for researchers. A special issue is whether it holds elements that could make it appropriate for human-being life.

Perhaps there is a rocky planet in the habitable zone of Proxima, which means that it receives enough light to keep the water on its surface from freezing. This fact certainly proves that such planets are close to the Sun.

Researchers stated that the new planet, dubbed Proxima B, is at least 1.3 times the Earth's mass. It orbits around Proxima far more closely than Mercury orbits around the Sun. Every 11 days, the new exoplanet makes a complete rotation around the Proxima Centauri.

Ambiguity of the new discovery

Amazing announcement has the flip side of the coin. Despite the fact that the new extra-solar planet lies in the habitable zone researchers have not yet known if the planet has an atmosphere.

The supposed habitable zone Proxima b is pretty close to the red-dwarf star. Extra-solar planet could be captured by tidal forces, resulting in the fact that all the time the planet is turned to its star only by one side. And Proxima b could be a subject leading to potentially life-extinguishing stellar flares.

That is a serious problem in terms of habitability. This extra-solar planet can be exposed by a fair amount of high-energy radiation. It is not obvious whether the magnetic field will be strong enough to avoid entirely blowing off the atmosphere. According to assumptions of researchers, something similar has happened not long ago. On analyzing the information collected by the network of radio telescopes (ALMA), researches have recently found that Proxima Centauri ejected into space a huge flash. Scientists have made the assumption that if there were any form of life on Proxima b, the flash, which would be 10 times more powerful in comparison with the flash on the Sun, could have destroyed it.

Fortunately, researchers have not stopped their observations of the extra-solar planet. Recently, with a wide range of scenarios planetary scientists, using computer simulations that are used to study climate changes on the Earth, found that Proxima b - the earth's closest exoplanet can support large amount of liquid water and, as a consequence of it, life.

Not paying attention to the ambiguity of facts, the discovery was estimated by exoplanet ‘hunters’ as a major stage on the road in finding all other possibilities for life - worlds within our stellar surroundings.

Future forecast

Statistical surveys of exoplanets by National Aeronautics and Space Administration, Kepler space telescope have found a large percent of small planets around small stars.

According to the information obtained by Kepler space telescope, we should expect at least one potentially habitable, Earth-size planet orbiting around M-type stars.

There is a hope for upcoming space telescopes and devices, because it can promote the study of the new planet. For example, it can be the device such as James Webb Space Telescope, launched in 2018.

One more possible inspiration that Proxima b can give the scientists is to send a probe to another Solar system.

Conclusion

It is known that today our Universe is studied by less than 1 percent. In the Universe there can be the Worlds, including the planets that are suitable for life.

The discovery of a new planet gives us hope that we shall be able to find new forms of life. This fact inspires scientists to conduct more and more new interstellar researches.

Via newer telescopes, we shall get more important data for the first time.

People are likely to send a probe into Solar system. It does provide some inspiration for an interstellar mission, as now we know there is a planet in the habitable zone, probably around the Earth equal by its mass.

Referenses:

1.Khan Amina (4 November 2013). Milky Way may host billions of Earth-size planets. Los Angeles Times.

2.Limbach MA; Turner EL. Exoplanet orbital eccentricity: multiplicity relation and the Solar System. Proc Natl Acad Sci U S A. 2015. 112 (1): 20–4.

3.The Extra-solar Planets Encyclopaedia. URL: http://exoplanet.eu/ (датаобращения 21.02.2019)

4.Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System. URL:https://exoplanets.nasa.gov/ (дата обращения 21.02.2019)

5.The Closest Planet Ever Discovered Outside the Solar System Could be Habitable With a Dayside Ocean. URL: https://www.universetoday.com/139996/the-closest-planet-ever-discovered-outside-the-solar-system-could-be-habitable-with-a-dayside-ocean/#more-139996 (дата обращения 21.02.2019)

Синонимия авиационных терминов в английском языке

Белыхов Р.В., Минченко А.Д., Мохов В.С.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Коротаева И.Э.
МАИ, Москва
belykhov@yandex.ru

The problem of using several special terms for naming one concept has been studied for a long time. Most scholars consider synonymy to be a separate linguistic phenomenon, which is characterized by special complex relations between the components and, depending on the nature of these relations, the components will be classified differently in a particular study.

There is no single definition of synonymy. Some researchers proceed from the fact that the synonymous relationship built on a community of meanings of the word; the second ones speak about the correlation of the semantic and subject foundations in the word, the third ones proceed from the similar compatibility models.

According to the most common understanding, synonyms are words that are close or coincide in meaning, expressing the same concept, but differing from one another in shades of meanings, belonging to a certain stylistic layer of a language.

An interesting area of manifestation of synonymy - technical terminology, appeared when the concept and lexical meaning coincided. Therefore, the most significant criterion of terminological synonymy is the similarity of notation. That is why when considering the phenomenon of synonymy of terms, the significative aspect of meaning is interesting, since it gives the possibility of considering synonymy in context.

The lexical meaning of a word is studied by linguistics and is determined by the general properties of the sign, its semantics, syntactics, and pragmatics. It correlates with the category of the concept, but does not coincide with it: it may be broader or narrower than the concept. If this word is a term, it can be used in different meanings depending on the context, scope of use and syntactic features of the language.

The subject of the analysis were the terms of the aviation industry and flight business, regulatory documents representing a number of industry regulations governing civil aviation, in particular aviation security, airports and ground services.

In modern terminology, there is a fairly common opinion that the systematization of terms contributes to the streamlining and development of the corresponding field of knowledge. Separating it, at the same time, it is possible to consider it expedient to work out the question of establishing unity in understanding the basic intra-scientific concepts, which will allow focusing on the further development of the systems for classifying and qualifying the scientific fields under study.

The analysis of the synonyms of the English terms of the aviation industry allows us to make some conclusions. Due to the difference in the synonymy of the commonly used language and special vocabulary, synonyms can be divided into absolute and conditional. Absolute synonyms were divided into graphic, phonetic, syntactic, derivational, morphological-syntactic and composite variants; and conditional - textual and situational synonyms.

Of all the types of synonyms, the elliptical variation of the term is more common with the loss of one, less often several redundant in terms of meaning elements: air traffic control clearance - air traffic clearance; eddy motion - eddy; jet fuel - jet aircraft fuel; all-cargo aircraft - cargo aircraft.

Graphical variants are also often found: aviation kerosine - aviation kerosene; brake disk - brake disc; emplane - enplane; airplane - aeroplane.

The intensity of the manifestation of synonymy in English terminology is caused by the following reasons:

• The widespread use of terms in related areas of the oil-producing and refining industries;

• The insufficiency of the existing stock of terms for a more accurate description of new definition;

• Wide use of varieties of English.

Список литературы

1. Даниленко, В.П. Русская терминология. Опыт лингвистического описания / В.П. Даниленко. – М., 1979.

2. Левандровская, Н.В. Глагольная синонимия в терминологии военной авиации (на материале английского и русского языков) / Н.В. Левандровская // Современная лингвистика: теория и практика: материалы VII Межвуз. науч. метод. конф. – Краснодар, 2007. – Ч. 1. – С. 97.

3. Марассанов, В.П. Англо-русский словарь по гражданской авиации / В.П. Марассанов. – М., 1990.

4. Boeing technical dictionary. Customer training. Published by customer training, Jan. 10. 1994.

Contact problem solving method for tightness estimation of connections with metal deformable seals

Бойков А.А.
Научный руководитель — Коротун В.Л.
МАИ, Москва
a.boickov@yandex.ru

Efficiency and operational safety of large variety of items are determined by tightness of their units, aggregates, connections. Failures of items, caused by leak of the joints, usually have parametric nature, however in a big variety of cases failures of seals can lead to catastrophic failure of all item.

The developing of tightness estimation problem solving method allows to replace all this tests by researching of virtual model of sealed joint loaded by constructional, technological and operational forces.

The purpose of researching is to develop tightness estimation problem solving method for joints with metal deformable seals and to explore the accuracy of obtained method.

Scientific novelty consists in:

1) Numerical solvation of thermo-elastic-plastic contact problem for C-shape seal with unknown contact domain during the puff of thread connection and operational loading.

2) Solvation of contact problem for Z-shape seal with embedded elements with including an independent model of border layer, determined in contact joint by Heel's solvation method.

3) Finding of pressure falling function for sealed substance, depending of seal edge length.

4) Leak calculations for sealed substance through the sealed joint of seal and flange during the functioning and varying of technological and structural factors.

Список литературы

1. Александров В.М., Ромалис Б.Л. Контактные задачи в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1986. – 176 с.

2. Шишкин С.В. Механика герметичных заклёпочных соединений. – М.: Книжный дом «Либроком», 2012. –251 с.

Смерть языков

Бурмистров Ф.С.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Москва
fsb98@mail.ru

Endangered languages – are languages that are currently in use, but may disappear in the near future, because native speakers die out and start speaking another language. In multilingual countries, preference is given to the languages of the main population that is why the languages of national minorities die out. The language that has no native speakers is called "the dead language.

The total number of contemporary languages in the world is not determined and known. The numbers of national languages were 7 097 for 2018.There is a classification of fading and already extinct languages of the world:

- Extinct
- Nearly extinct
- Seriously endangered
- Endangered
- Not endangered

Russia is no exception and we also have languages that fall under these categories. It is clear that our official language is Russian, but we must understand that Russia is a multi-ethnic country and we must honor and respect all the cultural values and characteristics of indigenous peoples, as they are part of the country and its history. For example in Kamchatka there is the Itelmen language (Itelmen or Western Itelmen, formerly known as Western Kamchadal, is a language of the Chukotko-Kamchatkan family spoken on the western coast of the Kamchatka Peninsula.), which is under threat of extinction. There are less than 20 native speakers left.

Language endangerment affects the languages themselves and the people that speak these languages. Also it has impact on communities: when communities lose their language they don't understand what are missing parts of their cultural values which are associated with that language, for example: songs, myths and poetry. Cultural values are the culturally significant relations of the person to the world serving as its value preference points; they represent system in which it is possible to allocate universal and individual, dominant and additional meanings… [Зубанова, 2016, с.71]. And has impact on the languages: languages that are being lost mostly suffers as speakers make their language more similar to the language that they are moving to.

The disappearance of the language - is not only a loss for its speakers, but also a loss for all humanity, as the language is a major part of the cultural heritage of the native speakers. Currently, there are about several dozen native speakers of different languages in the world alive.

The preservation of rare languages, is very important both from the preservation of cultural variety of mankind and from the scientific points of view — many disappearing languages are still poorly described by linguists and are of great interest for comparative-historical linguistics, Ethnography, Ethnology and cultural anthropology.

Preservation of linguistic diversity is necessary because disappearance of any language means an irrecoverable loss, since:

- Languages reflect historical experience;
- Languages are an instrument of socialization, expression and transmission of social and cultural traditions;
- Languages contribute to an increase in human knowledge;
- Languages are strikingly rich and diverse products of the creative mind of man;
- Languages serve as a means of self-identification, reinforce it and are of great value to the people who speak them

The main need to preserve the language is knowledge and culture. The knowledge that hides this language can be very useful to modern man in new discoveries.

Список литературы

1. Зубанова С.Г. Традиционная культура народа как основа России. В сборнике: Социокультурные исследования: история и современность Сборник научных и учебно-методических статей. Москва, 2016. С. 71-78.
2. Исчезающие языки. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ (дата обращения 21.02.2019)
3. Ительменский язык. http://www.endangeredlanguages.com/lang/1062 (дата обращения 21.02.2019)

4. Endangered language. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Endangered_language#Effects (дата обращения 21.02.2019)
5. Itelmenlanguage. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Itelmen_language (дата обращения 21.02.2019)

Создание презентаций новых технических устройств на иностранном языке посредством онлайн переводчиков

Вдовиченко К.К., Баранов В.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Федулова А.Н.
МАИ, Москва
kristinavdovichenko@yandex.ru

Чтобы новое устройство смогло завоевать не только внутренний рынок, но и внешний, необходимо его правильно презентовать. Одним из способов может явиться представление описания данного устройства на том иностранном языке, который является наиболее популярным в предполагаемой стране эксплуатации. Для этого необходимо выполнить качественный перевод: адекватный и достоверный. Традиционным способом является обращение в переводческое агентство, где работают профессионалы – переводчики, лингвисты, филологи и редакторы. Другим способом перевода небольшого текста, набравшим популярность за последние годы, является перевод с помощью онлайн переводчиков, в первую очередь, в силу своей доступности: если есть доступ к сети Интернет, то перевод можно выполнить бесплатно. Встаёт вопрос о качестве данного перевода. Если такой перевод является достоверным и адекватным, можно ли говорить в будущем о замене человека-переводчика автоматическим переводчиком?

Чтобы ответить на эти вопросы, в работе был проведён сравнительно-сопоставительный анализ переводных текстов, представляющих собой описание технических устройств, выполненных с помощью наиболее популярных автоматических онлайн переводчиков с русского языка на немецкий язык. В результате анализа переводных текстов были выявлены лексические вопросы и синтаксические конструкции, с которыми данные переводчики справляются уже достаточно хорошо, а также те сложности: перевод терминов и построение сложных грамматических конструкций, которые онлайн переводчики с русского языка на немецкий пока преодолеть не могут. Здесь следует обратиться также к тем способам, при помощи которых работают переводчики: одни используют статистический способ, другие нейронную сеть, третьи их комбинацию. Современная нейронная сеть работает пока в основном на английском языке, когда другие языки продолжают использовать статистику, а также словари и грамматики. Этим и объясняется разница результатов перевода в разных переводчиках. Она проявляется также в рамках одного переводчика в зависимости от того, вводится ли текст отдельными словами и словосочетаниями, или же целыми предложениями и готовым текстом. Например, перевод отдельного термина: «разрывная машина» – 1. dieZugprüfmaschine, где derZug существительное от глагола ziehen – «тянуть», prüfen «проверять», dieMaschine «устройство»; 2. platzendeMaschine, где первое слово является причастием I от глагола platzen «разрываться»; 3. derExplisionswagen, где dieExplosion «взрыв», derWagen «автомобиль». Наиболее адекватным и достоверным представляется первый вариант перевода термина. Таким образом, конечный выбор между тремя предложенными вариантами перевода остаётся всё же пока за человеком.

Список литературы

1. Кулагина О.С. О современном состоянии машинного перевода // Математические вопросы кибернетики, вып. 3, М.: Наука, 1991, стр. 5-50.
2. Баранов А.Н. Введение в прикладную лингвистику: Учебное пособие. М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 360 с.
3. Федулова А.Н. Практикум по переводу в сфере профессиональной коммуникации (немецкий язык). Учебно-методическое пособие. Направление подготовки – 035700 Лингвистика (бакалавр). Профиль – перевод и переводоведение. Тематика – Авиастроение. / Федулова А.Н. Москва, 2015.

Первый испанский астронавт

Ворожцова А.С.
Научный руководитель — Гойкочеа М.Л.Б.
МАИ, Москва
v0r0zhts0va@mail.ru

Pedro Francisco Duque Duque is a Spanish astronaut and aeronautics engineer, currently serving as Spain's Minister of Science, Innovation and Universities. He was the first Spanish astronaut.

Born in Madrid in 1963. The son of an agricultural engineer who worked as an air traffic controller and a housewife from Badajoz. In 1986 Duque earned a degree in Aeronautical Engineering from the Universidad Politécnica de Madrid. In 1986 he worked for GMV and for the European Space Agency(ESA) for six years before being selected as an astronaut candidate in 1992.

Duque underwent training in both Russia and the United States. His first spaceflight was as a mission specialist aboard space shuttle mission STS-95, during which Duque supervised ESA experimental modules. In October 2003, Duque visited the International Space Station on board of a Soyuz TMA Ship for several days during a crew changeover. The scientific program of this visit was called by ESA/Spain Misión Cervantes.

"This is a deed, that pushed other countries to do the same. His flight was very important not only for the USSR, but for the entire world," said Pedro Francisco Duque.

MADRID, April 12th. TASS correspondent Ekaterina Vorobyeva. The flight of Yuri Gagarin into space 55 years ago launched the conquest of outer space. This was stated in a conversation with a TASS correspondent by the first Spanish astronaut Pedro Francisco Duque.

“This is a deed that pushed other countries to do the same. His flight was very important not only for the USSR, but for the entire world,” said Duque.

According to him, the Soviet cosmonauts of the 1970s and 1980s of the last century were characterized by special character traits: "hardened and able to act independently, many of them were military." “Now the difference between Russian cosmonauts and astronauts of other nationalities is much smaller, since they are being prepared in the same way,”- the astronaut shared.

The Spaniard also noticed that the flight into space means "technological advances" of the state. “When I last visited space, I worked with Russian technology,” the astronaut shared. “In 2001-2003, I was very pleased to meet many capable young people involved in the Russian space program.” He said that in the 2000s he witnessed the revival of the space program of the Russian Federation. “I think that now Russia still continues to move along the same path,” said Duque.

Особенности английского языка авиационной радиотелефонной связи

Гайнуллина С.В.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
sabinazaz@mail.ru

В современном мире владение английским языком является одним из ключевых факторов успешной профессиональной деятельности практически в любой области науки и техники, и в этой связи авиационная сфера не стала исключением. В данной области особую роль играет владение так называемым «английским авиационным языком». Данный термин включает в себя широкий спектр лексики, связанной с различными областями в авиации (самолетостроение, техническое обслуживание воздушных судов, полетная деятельность, управление воздушным движением, организация полетов, эксплуатация аэродромов, обслуживание пассажиров и т.д.). В данной работе, мы рассматриваем один из его аспектов – английский язык в авиационной радиотелефонной связи.

Владение английским авиационным языком представляется нам чрезвычайно важным для полноценной коммуникации при выполнении международных полетов, которая, в свою очередь является гарантом безопасности, поскольку на фоне сокращения числа авиационных происшествий вследствие механических неисправностей в последние годы особо актуальными становятся так называемые человеческие факторы, которые способствуют возникновению аварий и катастроф. Одним из таких факторов, безусловно, является проблема коммуникации.

В данной работе изучены цели и задачи Международной организации гражданской авиации (ИКАО), а именно: координация развития международной аэронавигации с целью повышения ее безопасности и эффективности и разработка документации, направленной на достижение этой цели, например, шестиуровневая «Шкала ИКАО» для оценки владения английским от уровня 6 «Expert»

(экспертный), до уровней 1-3 «Non-operational» (нерабочие уровни). Кроме того, проанализированы лингвистические характеристики авиационного языка в радиотелефонной связи.

В первую очередь это – наличие собственного алфавита – фонетического алфавита ИКАО, в котором буквам английского алфавита присвоены кодовые слова (Alpha для A, Bravo для B и т. д.), так что любые слова и аббревиатуры могут быть произнесены и понятны для тех, кто принимает и передаёт голосовые сообщения по радио или телефону независимо от их родного языка. С той же целью принято необычное произношение некоторых чисел. Например, при ведении радиосвязи на английском языке произношение цифр несколько отличается от общепринятого: four – ФОэр, three – ТРИ и т. д.

Кроме того, авторы анализируют грамматические особенности авиационного языка радиосвязи, в котором, например, нет артиклей, притяжательных и личных местоимений, глаголов-связок, отсутствует ряд предлогов и вспомогательных глаголов.

В работе так же рассказывается об использовании особой терминологии – фразеологии радиообмена и аббревиатурном образовании авиационных терминов.

Авторы приходят к выводу, что авиационный язык является самостоятельным видом языка с рядом характерных признаков, отличающих его от разговорного английского и подчеркивают важность владения им для полноценной коммуникации и обеспечения безопасности авиаперелетов.

Список литературы

1. Руководство по внедрению требований ИКАО к владению языком. Doc 9835. Издание второе. Международная организация гражданской авиации. 2010. – 180 с.

2. Сокращения и коды ИКАО. Doc 8400. Издание девятое. ИКАО, 2016. -105 с.

3. Заоблачные разговоры: английский язык для диспетчеров и пилотов URL: https://lingvister.ru/blog/zaoblachnye-razgovory-angliyskiy-dlya-dispetcherov-i-pilotov (дата обращения: 11.02.2019)

Язык космоса

Галиханов С.К.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Москва
galikbwat@gmail.com

Вильгельм фон Гумбольдт основоположник учения о языке как выражении миросозерцания народа, одним из первых ввёл важнейшее для современной лингвистики понятие – носитель языка.

В первоначальной трактовке nativespeaker – это представитель языковой общности, владеющий его нормами и регулярно пользующийся им в различных сферах общения. Однако сегодня этот термин претерпел изменения, вызванные мировым демографическим взрывом.

Параллельно с резким увеличением численности населения Земли, человек осуществил, казалось бы, невозможное - совершил первый полет в космос. Началась эпоха космических открытий: первый полёт человека вокруг Земли, первая стыковка беспилотных советских космических кораблей («Космос-186» и «Космос-188»), первое возвращение космического аппарата на Землю, первая стыковка двух пилотируемых кораблей (Союз-4 и Союз-5). Космическое пространство стало местом соперничества двух гигантов 20 века. Как следствие русский и английский стали первыми «космическими языками». Надолго ли индоевропейская языковая группа покорила безграничное межзвездное пространство?

В 1956 году КНР объявили о начале Китайской Космической Программе. Китай является третьей державой, которая имеет собственную пилотируемую космонавтику. Именно 2003 год стал отправной точкой для одиссеи КНР. Полтора миллиарда человек благодаря первому космонавту Китая Яну Ливэю услышали красноречивое описание красоты земного шара на родном для них китайском языке, что стало отправным моментом как для Китая, так и для человечества, ведь именно теперь язык, занимающий второе место в мире по количеству носителей стал отчетливо звучать в бескрайнем космосе. Так опираясь на предположения, английского эволюциониста Джулиана Хаксли, демографический кризис в Европе, Северной Америке и Океании к 2070 году послужит одной из главных причин перехода хинди и китайского языка к наибольшему распространению. Что в свою очередь не останется незамеченным и в космической отрасли. По оптимистичным прогнозам, одна из самых трудных и в то же время возможных миссий человечества - высадка колонии поселенцев на Марс, станет возможной к началу XXII века. Но какие проблемы станут перед новыми космонавтами в их нелёгкой миссии?

В 2013 году Голландская компания MarsOne опубликовала результаты набора заявок для миссии покорения Марса - 202586 человек из 107 стран. После отбора и подготовки были выбраны 5 кандидатов, из которых два кандидата жители России и три из Китая, Соединённых Штатов Америки и Испании. Одна из проблем, вставшая перед колонизаторами – коммуникация космонавтов как между собой, так и с центром. Как сказали сами претенденты: “Было очень трудно, порой один разговор за завтраком занимал уйму времени из-за сложностей множественного перевода”. Однозначного решения проблемы нет, но наиболее возможный вариант – это использование нового языка, появляющегося постепенно в процессе работы, базирующегося на основе разговорных диалектов русского, китайского, английского и технического русско-английского языка. Такой вариант значительно повлиял бы на преодоление языкового барьера членов команды и позволил поддерживать связь, необходимую для решения новых задач, стоящих на пути к бескрайнему космосу, без каких-либо лингвистических затруднений.

Как говорил Аристотель: «Человек по своей природе есть общественное животное» и такому животному необходимо постоянное общение, наполненное смыслом и осознанием, трудности, возникающие в общении, по прошествии времени находят своё отражение в конфликте и распри, основа которых - различие, решение этой проблемы становится крайне затруднительной, а порой и невозможной. Именно поэтому проблему коммуникации нельзя откладывать до «лучших времён», особенно, когда она касается вопроса развития человечества.

Возможность применения зон ожидания в аэропорту Шереметьево

Гаспарян Г.А.
Научный руководитель — доцент, Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
grigory.rw@gmail.com

Possibility of holding stacks implementation at Moscow Sheremetyevo Airport

Stacks are sections of airspace where inbound aircraft are held in case the airspace is congested.

These areas usually form a racetrack pattern, separated by altitude, based on a holding fix. It can be either a beacon or just some geographical point. Though the technology is not brand-new, it is widely used at the large airports, for example, at London Heathrow by the National Air Traffic System of the UK.

Nowadays with the advent of sophisticated satellite based navigation systems there is a more modern method for efficient air traffic flow called 'Point Merge'. This means that approaching aircraft are sequenced into final approach by deciding when they leave the point merge arch. It forms an imaginary semicircle line located far away from the airport, and depending on the saturation level, controllers decide whether the aircraft has to fly the whole line, or lead it directly to the final approach fix. It is one of the 2 basic approach procedures of Area Navigation (RNAV) developed by the ICAO.

Point merge method is used at Moscow Sheremetyevo airport, but still inbound aircraft have to be held in patterns from time to time, and that leads to delays and inefficient traffic flow.

The basic idea of the research is to combine these 2 technologies in the most efficient way. When the airport is under high level of congestion, flights may be put into already existing holding stacks at first, then be led to the point-merge arch and afterwards to perform final approach.

The technique is to decrease ATC workload and to divide air traffic streams into 4 independent parts. However, the great disadvantage is the increase in the number of control sectors and therefore in the quantity of personnel.

Statistics at Heathrow showed that implementation of stacks provided positive impact on overall efficiency and safety.

Referenses:

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. Eurocontrol. Point Merge: improving and harmonising arrival operations. 2019.

URL: https://www.eurocontrol.int/services/point-merge-concept (дата обращения: 13.02.2019)

3. Heathrow Airport. Arrival flight paths. Holding stacks.

URL: https://www.heathrow.com/noise/heathrow-operations/arrival-flight-paths (датаобращения: 13.02.2019)

Слоган как хорошая реклама

Глушенков В.О.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Москва
duckerist@gmail.com

Бренд-это имидж, репутация компании и эмоции, связанные с ней. Вместе с ростом популярности бренда растут и продажи, потому что компания становится более узнаваемой. Для увеличения популярности бренда необходима хорошая рекламная стратегия.

Слоган - это легко запоминающая фраза, часть рекламной кампании, поэтому, для лучшего результата, все её составляющие должны быть взаимосвязаны. Слоган должен отражать её главную цель, оставаться в памяти потребителей.

На современном этапе развития рыночных отношений обострилась конкурентная борьба за лидерство в том или ином сегменте рынка. Рыночная деятельность будет успешной и эффективной, если имидж и репутация компании, ее товаров и услуг будут максимально аутентично восприниматься целевой аудиторией [Уколова, 2016].

Слоганы можно разделить на имиджевые, которые должны рассказывать потребителю о ценностях компании, и товарные, которые должны увеличивать продажи. Слоган играет важную роль. Для тех потребителей, у кого нет времени на чтение всей брошюры, его цель как можно лучше раскрыть все ее содержание, донести цели компании, ее ценности.

Если бренд компании еще не достиг большой популярности лучше воспользоваться связанной структурой, в которую обязательно должно быть включено название Вашей компании. В противном случае, хорошо сделанный маркетологами слоган будет рекламировать продукцию более популярной компании. Если компания уже стала популярной - можно использовать другие структуры слоганов, такие как прямые, в которых происходит прямое обращение к потребителю (пример: слоган Адамаса «Любишь-подари!»), привязанные, которые соотносятся с названием ритмически и фонетически (пример: «Жилетт, лучше для мужчины нет!»), свободные, которые никак не связаны с названием (пример: лозунг Пепси «Бери от жизни все»).

Чтобы Ваш слоган был эффективным, необходимо придерживаться простых правил: оригинальности, краткости и заботы о клиенте. Обычные словосочетания навряд ли вызовут интерес у покупателя. Он уже видел много рекламы, читал много слоганов. Поэтому слоган должен удивить клиента, быть необычным, использовать юмор, игру слов, фонетические и лексические приемы. Также фраза должна быть не очень большой, пять-десять слов, точно отражающих нашу цель. Если проявлять заботу о потребителе при создании слогана - не просто перечислить особенности, а перечислить те преимущества, которые он получит, товар вызовет более теплые эмоции у клиента. Ваш бренд заинтересует покупателя и, следовательно, приведет к увлечению продаж.

Придерживаясь этих правил, вы сможете написать хороший слоган для своей компании, который станет для вас хорошим другом и продавцом. Как друг - он будет напоминать к чему стремится ваша компания. Как продавец - он будет рассказывать о вас другим и привлекать внимание к товару.

Список литературы

1. Ильяхов М.К, Сарычева Л.О. Пиши, сокращай. Как создавать сильный текст/ Издательство Альпина Паблишер, 2019.

2. Куликова О.С. Как развитие бренда влияет на продажи. 2017. №1. URL: http://advertology.ru/article141638.htm (дата обращения 12.02.2019)

3. Подорожная Л.В. Как создать рекламный слоган: от идеи до воплощения. 2018. №1 URL: http://elitarium.ru/slogan-reklamnaja-kampanija-tekst-zagolovok-objavlenie-brend-tovar-celi-imidzh-pravila/ (дата обращения 13.02.2019)

4. Куповых Е.С., Уколова Л.Е. Модульные PR-технологии и их роль в создании и развитии имиджа организации в авиационной сфере // Неделя студенческой науки факультета иностранных языков МАИ (НИУ), посвященная 55-летию полета Ю.Гагарина.2016. С. 210-215.

Федеральная целевая программа «Модернизация Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации»

Гончаров Е.Ю.
Научный руководитель — Черняева Е.В.
МГТУ ГА, Москва
goncharov-evgeniy@mail.ru

The Unified Air Traffic Management System of the Russian Federation is one of the most important components of national security, safety of aviation industry and economic flight efficiency. At the present time, the aviation system of the Russian Federation does not fully meet the requirements for similar systems in developed countries, it is lagging behind them in technological and technical support with the corresponding equipment. Due to these factors, the Government of the Russian Federation have developed and approved the Modernization Programme of the Unified Air Traffic Management System (hereafter referred to as “the Programme”)

The goal of the Programme is the improvement of flight safety and airspace efficiency by means of the Unified Air Traffic Management System modernization, its facilities and systems interacting with it by creating and developing the Air Navigation System of Russia based on the implementation of new technical means and technologies in accordance with standards and recommended practice of the International Civil Aviation Organization.

The deadline for the implementation of the tasks specified in the Programme is 2020.

The research deals with the following challenges:

- The state of the Unified Air Traffic Management System at the time of the adoption of the Programme
- The feasibility of the Programme implementation
- The changes introduced by the Programme
- The analysis of target indicators and indices of the Programme
- The evaluation of the Programme effectiveness based on the aforecited analysis.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 1 сентября 2008 г. N 652 "Об утверждении федеральной целевой программы «Модернизация Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (2009 - 2020 годы)» (в редакции постановления Правительства РФ от 9 марта 2013 г. N 202)

2. Министерство транспорта РФ, Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация). Отчет о ходе выполнения ФЦП «Модернизация Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (2009 - 2020 годы)» за 2016 год.

3. Колитиевский Ю.М., Камзолов С.К., Комов А.А. Обоснование требований к показателям оценок обеспечиваемого системой ОрВД уровня безопасности воздушного движения. М.: Научный вестник МГТУ ГА, 2012 г., № 179. С. 80-83

Робототехника в авиации

Горбунова Е.А.
Научный руководитель — Мусина Е.Д.
МАИ, Москва
kateswep@mail.ru

Nowadays our fast-moving world is developing very fast. There are new information and biological technologies, artificial Intelligence, robots and many other different things that were introduced in our life and now we cannot live without them. People try to make their life easier, more useful and more interesting. That is why robots are one of the most important inventions that people made. They are spreading through all spheres of life and aviation industry is one of them.

Aircraft manufacturing is one of the youngest and most rapidly developing areas of technologies, which has concentrated many characteristic features of modern scientific and technological progress. Automated solutions, deserted production, the introduction of new technologies and the elimination of harmful factors affecting human health are being more and more important in modern industrial enterprises.

Many robots are used in drilling and fastening of aircraft industry. The manual drilling is not an easy process because it needs to use a big and complex jig, as well as powerful tools to perform these drilling steps in exotic materials such as titanium. By using robots, there is no need to design a specific jig—the robot uses a vision system to drill the hole at the desired spot. Additionally, the drilling steps can be performed in a single pass. Robots are a huge time-saver for people when they can do a job in one pass.

The inspection process in the manufacturing of aircraft is crucial. The standards are really complicated and company requests for inspections are high. Several inspection procedures can be performed by robots. However, when holes are entirely drilled by robots, the process has to be approved. In some cases, the end-effector is equipped with a laser scanner and measuring probes. After the drilling operations, metrology equipment is used and the hole is observed by the laser scanner which can gather different information.

Applying sealant, paint, metal and ceramic coatings on large fuselage or framing parts is difficult for a people, because of the size of the parts. This is one of the reasons why robots are used for this kind of application. By putting robotic arms on rails, working cells can cover distances from 9 to 12 meters and several levels high. Aerospace companies tend to use more robotic methods including from small to huge dispensing applications.

Nowadays robots are considered by aviation manufacturers for several reasons. The first reason is the need to reduce manual labor, increase productivity and improve quality, as the introduction of robots reduces the number and cost of complex tools. A robot with an automated correction system can remove some deviations. A robot cannot improve bad details, but it can make a correction of the predetermined requirements, which cannot be done with complex tools.

Thus, robots have brought a great impact on the aircraft industry and all the developments, which try to help people in the fields of aviation industry and public life

Комплексный подход к моделированию процессов технического обслуживания авиационной техники

Горецкая Н.Ю.
МАИ, Москва
goretskaya.natalya@yandex.ru

One of the problems of effective management is the problem of information support.

The deployment of information for management needs, in particular maintenance systems, is one of the most important points of improvement of organizational activities[1].

The structure of the MRO system represents a set of interrelated components: air assets, MRO facilities, performers and establishing rules for their interaction of documentation to maintain reliability and readiness for flights.

Description and analysis of the current system of technical operation is carried out using state graphs and transitions[4].

For the presentation of the maintenance system, it is proposed to use formalization tools.

It is advisable to describe the documentation of technological processes using the IDEF3 methodology, which has a direct relationship with the IDEF0 methodology. To describe data flows and develop requirements for the information system of the organization, there is the DFD methodology[5], which allows to reflect the sequence of work performed during the process and information flows between these processes. Similarly, the DFD methodology allows you to reflect the workflow and flows of material resources from one job to another.

Simulation models are used to verify the correctness of functional models.

The process of maintaining the aircraft in good condition is carried out as part of the maintenance system. As a source of information for the implementation of the process of maintaining the aircraft are applications, requirements, requests, documents on operating conditions. As a result of the processing of applications and requirements, it is decided which types of work should be carried out. When executing applications and requirements, the persons responsible for their execution are identified, as well as the documentation used in performing the tasks.

The joint use of DFD and IDEF3 and the further transformation of the functional model into a simulation model allows more precise determination of process parameters, finding "bottlenecks".

Such modeling allows the user to experiment with systems in cases where it is practically impossible or impractical to do this on a real object. The simulation model helps to understand complex systems, to predict their behavior and the development of processes in different situations.

The joint use of the CASE-tool for constructing a functional model and a simulation system makes it possible to optimize technological processes in the maintenance-system.

In the course of the study, the situation of maintenance of a particular facility was considered. Work is in progress to install a non-return valve for the engine oil pump. Data flow diagrams of this process were created. The data warehouse and tool storage are shown, as well as the interrelationship of the elements of the production process.

Based on the results of simulation, the analysis of the production process of maintenance was carried out. Time characteristics of the production process are obtained depending on the availability of free resources and emerging situations at the entrance.

It is possible to determine which maintenance operation is the most time consumed and, after analyzing it, it is possible to propose measures to reduce its duration, taking into account the preservation of safety requirements.

Thus, the approach that uses the creation of a functional model of the system using the IDEF0 notation, supplementing it with the IDEF3 and DFD diagrams, and then further converting them into a simulation model, allows a more detailed study of the simulated process and describes all its constituent elements. It also allows you to identify points that require correction, increased attention to the successful implementation of processes occurring in the system, and to show the place of a person in the process. This approach is most preferable in comparison with how the graphoanalytical approach described the change in the states in which the aircraft enters the production process of the maintenance in particular and the technical maintenance system as a whole.

Referenses:

1.Bochkarev S.K., Zrelov V.A., Kiselev D.Yu., Kiselev Yu.V., Prodanov M.E. Informatsionnaya podderzhka eta-pa tekhnicheskoi ekspluatatsii v zhiznennom tsikle izdelii aviastroeniya. Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aero-kosmicheskogo universiteta imeni akademika S.P. Koroleva, 2007, vol. 1, no. 12, Pp. 236-246.

2.Integration Definition for Function Modeling (IDEF0). Draft Federal Information Processing Standards Publication. 1993. — 128 p.

3.Smirnov N.N., Vladimirov N.I., Chinyuchin Yu.M. i dr. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya letatel'nykh apparatov, M., Transport, 1990. 423 p.

4.Smirnov N.N. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya samoletov za rubezhom. M., MIIGA, 1992. 112 p.

5.Smith J.M. CALS. An introduction to CALS: The Strategy and the Standards Text./ O. M. Smith. Dublin: TheCromwellPressLtd, 1990. - 143 p.

Анализ перспектив проектирования космических скафандров с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР) и CALS-технологий (на базе англоязычных источников)

Грачев Е.В.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
sol.sys2183@gmail.com

Целью данного исследования является анализ перспектив применения технологий автоматизации проектирования (САПР) для создания индивидуальных систем жизнеобеспечения космонавтов. САПР сформировалась и совершенствуется в англоговорящих странах. Термины, используемые специалистами этой сферы, широко распространены на английском языке. Владение студентами научно-технической лексикой на языке оригинала рассматривается авторами данного исследования как необходимый навык, позволяющий будущему инженеру стать высококвалифицированным конкурентоспособным специалистом.

Авторы исследования оценивают САПР как уникальную технологию, позволяющую значительно сократить время проектирования и разработки сложных наукоёмких изделий. САПР предоставляет большое количество инструментов, дающих возможность работать со сложными поверхностями и с большими сборочными единицами, анализировать кинематику и динамику конструкции задолго до её испытания. Последнее возможно благодаря выполнению различного рода расчётов (газо-гидродинамических, линейных и нелинейных) перед запуском изделия в производство, что в конечном итоге позволяет обеспечивать высокое качество и надёжность выпускаемой продукции.

В исследовании особое внимание уделяется использованию проектирования космических скафандров. Дается краткий анализ международного опыта конструирования и изготовления спецснаряжения: для выхода в открытый космос Орлан-МК (Россия), Фэйтянь (Китай), EMU - ExtravehicularMobilityUnit (США) и спасательного Сокол-КВ2 (Россия), ACES - AdvancedCrewEscapeSuit (США).

На данный момент исследуются такие проблемы, как уменьшение веса и габаритов костюма, устойчивость к радиации и долгому пребыванию во враждебной среде скафандра и находящегося в нем космонавта. Возможны способы решения указанных проблем путем создания и применения легких и прочных материалов, новых бортовых систем и технологий для улучшения автономности

скафандра. Международное сотрудничество поспособствует быстрому решению поставленных задач и быстрому развитию данной сферы, что лишний раз доказывает необходимость знания иностранных языков.

В данной работе показывается важность овладения не только базовыми терминами по специальности, такими, как CAD (ComputerAidedDesign), CAE (ComputerAidedEngineering), CAM (ComputerAidedManufacturing), CALS (ContinuousAcquisitionandLifeCycleSupport), PDM (ProductDataManagement), PLM (Productlifecyclemanagement), но и узкоспециальными терминами: controlelectronicsassembly (электронный блок управления и контроля), syntheticpolyesterfiberandthermoplastic (синтетическое полиэфирное волокно и термопластик), personalthermalregulationsystem (индивидуальная система терморегуляции), gold-flashedopticallightfilter (светофильтр с золотым напылением).

В исследовании показана актуальность использования современных методов проектирования на протяжении всего жизненного цикла изделия (CALS-технологии). В рамках технологии CALS существуют базы данных сетевых серверов. База данных хранит описания многих составных частей оборудования, машин и систем, проектировавшихся ранее. В совокупности это приводит к сокращению объема проектных работ. Внедрение продукции, гибкая адаптация к быстрым изменениям условий эксплуатации, специализация проектных организаций - эти и многие другие проблемы решаются при помощи применении данной технологии. Особое внимание уделяется материалам по средствам автоматизации, которые облегчают процесс разработки сложных наукоёмких изделий (на примере систем обеспечения жизнедеятельности (СОЖ)). Авторы отмечают, что CALS технологии в России появились относительно недавно, и их внедрение требует больших затрат.

Делается вывод о необходимости овладения техническим английским языком для работы с англоязычными материалами по проектированию космических скафандров с применением САПР и CALS-технологий.

Специфика продвижения иностранных брендов на российском рынке (на примере авиакомпании EMIRATES)

Григорьев Э.С., Саенко М.А.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Мельдианова А.В.
МАИ, Москва
grig097@yandex.ru

Актуальность данной темы заключается в том, что мировая авиационная индустрия стремительно развивается, поэтому на сегодняшний день авиакомпаниям очень важно грамотно сформировать имидж организации и поддерживать его на внутреннем и внешнем рынках.

Современная концепция маркетинговой стратегии состоит в том, чтобы все виды деятельности авиаперевозчика основывались на знании потребительского спроса и его изменений в будущем. Более того, одна из целей маркетинга в авиационной сфере заключается в выявлении неудовлетворенных запросов потребителей, чтобы ориентировать свой бренд на удовлетворение этих запросов, в особенности на международном рынке.

Именно поэтому маркетинг, как совокупность сложившихся методов изучения рынка, направляет свои усилия на создание эффективных каналов сбыта и проведение комплексных рекламных кампаний.

Целью работы является определение особенностей продвижения иностранного авиационного бренда, в частности компании «Emirates», на российском рынке.

Компания «Emirates» - одна из крупнейших мировых авиакомпаний, базируется в Дубае (ОАЭ). Создана в 1985 году высшим руководством эмирата Дубай для развития туризма и инфраструктуры Арабских Эмиратов. Это крупнейшая авиакомпания Ближнего Востока, выполняющая более 3600 рейсов в неделю, в более чем 150 пунктов назначения в 80 странах мира на шести континентах.

Авиакомпания широко вовлечена во многие сферы жизни. Компания активно занимается благотворительностью, владеет спортивными клубами по всему миру в различных видах спорта, таких как футбол, регби и т.д.

В ходе работы над данной темой были рассмотрены основные особенности продвижения брендов на российском рынке, определена роль связей с общественностью в продвижении бренда, раскрыты особенности авиационного бренда «Emirates»; проанализирована эффективность деятельности авиакомпании «Emirates» на российском рынке.

История создания Мессершмитта Bf 110

Гурта Е.Р.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Веденская Т.Е.
МАИ, Москва
liza150997@gmail.com

Мессершмитт Bf 110 впервые поднялся в воздух в мае 1936 года. Кто бы тогда мог подумать, что до 1945 года Мессершмитт станет одним из важнейших самолетов немецкой авиации, и он оправдал надежды своих создателей: надежной замены этому самолету не существовало. Первой является модель Bf 110 V1 (D-AHOA), которая конструировалась в качестве двухмоторного тяжелого истребителя. Этот самолет внешне отличался от более поздних серийных образцов. Удвоенное вертикальное оперение самолета оформлено достаточно угловато, нос фюзеляжа более притупленный, а в качестве силовой установки служат два двигателя Юмо (Jumo) 210 с двумя воздушными винтами. Мессершмитт Bf 110 в качестве тяжелого истребителя становится новым военным самолетом. Будучи тяжеловооруженным истребителем дальнего радиуса действия, этот самолет предназначался для поддержки бомбардировочного соединения. Специалисты, однако, считали целесообразным создание альтернативного, более легкого и маневренного истребителя дальнего радиуса действия.

Началась конкурентная борьба самолетостроительных компаний Фокке-Вульф (Focke-Wulf), Хеншель(Henschel) и Мессершмитт (Messerschmitt) в приоритетном создании нового самолета для военной авиации. Конструкторы Фокке-Вульф продолжили модернизацию модели Fw 57, первого цельнометаллического самолета. При размахе крыльев 25 метров он был больше бомбардировщика He 111 и почти на 7 тонн пустой массы тяжелее. После первого полета в июне 1936 года от производства этой модели самолета были вынуждены отказаться, так как его летные характеристики не соответствовали стандартам. Вскоре была завершена разработка Fw 57. Hs 124, который тем же летом 1936 года впервые поднялся в воздух, по техническим и летным характеристикам не смог превзойти Bf 110. Таким образом, сразу стало ясно, что модель Bf 110 все-таки является оптимальной для новой истребительной авиации.

Модель Bf 110 является самолетом легкой конструкции. Конструктор Роберт Луссер и его команда прибегли к методам построения самолетов легкого типа, которые успешно применялись при разработке Bf 109. Фюзеляж из двух вертикальных вместе соединенных полусфер с овальным поперечным сечением был характерен для конструкции истребителей. Предварительно спрессованные элементы обшивки были соединены заклепками с корпусом стрингера и поперечной диафрагмы. Однолонжеронные, состоящие из двух частей крылья вырабатывали силу посредством стыковочного соединения на главном лонжероне и носовой части на фюзеляже самолета. Как и у модели Bf 109 в Bf 110 есть автоматически выдвигающиеся предкрылки для улучшения характеристики полета на малых скоростях. Они, как и элероны, охватывают свыше 40 процентов размаха крыльев. Внутри расположены щелевые закрылки, которые также должны создавать возможность для короткого и крутого захода на посадку. Двигатели подвешены между продольными балками, которые поддерживаются главным лонжероном. Для более высокой эффективности в Bf 110 использовалось удвоенное вертикальное оперение, которое подсвечивалось от воздушного винта. Главная стойка шасси убиралась за гондолу двигателя. Между обеими секциями, под фюзеляжем, отделение, в которое встроено вооружение. У стрелка в распоряжении был еще один направленный назад пулемет, установленный на вращающейся орудийной установке. Дополнительные неподвижные пулеметы или бортовые пушки находились под защитным покрытием в носовой части фюзеляжа. Под фюзеляжем и лопастями воздушного винта располагались подвесные бомбы, а также крепление для дополнительного топливного бака.

Таким образом, Bf-110 был полноценным истребителем-бомбардировщиком, так как после освобождения от своей очень большой бомбовой нагрузки он был способен вести не только оборонительный бой, как бомбардировщики, а сражаться как истребитель. И не просто так самым его близким советским аналогом является «стратегический истребитель» И-100, на базе которого были построены и основной фронтовой пикировщик Пе-2, и дальний истребитель-перехватчик Пе-3.

Список литературы

1.Веденская Т.Е., Никерова О.А. Коммуникативно-прагматический аспект перевода научного текста. В сборнике: Неделя студенческой науки Факультета иностранных языков МАИ (НИУ), посвящённая 55-летию полёта Ю. Гагарина сборник докладов. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2016. С. 81-86.

2.Gutgelandet. URL: http://www.aero.de//news (дата обращенмия: 26.12.2018)

3.luftfahrtportal.de - Informationsportal für Luftfahrt und Reisen. URL: http://www.luftfahrtportal.de // news (дата обращения: 28.12.2018)
4.Военное обозрение. URL: https://topwar.ru // (дата обращения: 14.01.2019)

Jetpack

Драгомиров Г.Д., Волынец Г.Г., Мухин А.О.
Научный руководитель — Жаринова Е.Г.
МАИ, Москва
chipsat1999@gmail.com

Idea of individual flying vehicle was appeared in 1949. Thereat, a lot minds after W.W.2 moved from Germany to U.S.A. First jet pack was created together with the development of jet engines in 1952. Its control system wasn't efficient in theory, on practice it actually couldn't fly.

Though device wasn't funded, idea for many years didn't give rest to the inventors. So in 1958 Wendell Moore company, that has achieved a stable flight at a height of 5 meters, with the financial support of the army began developing the final version its jet pack. After numerous tests 8th June 1961 the first free flight was made, and in October it was personally demonstrated to the President Kennedy. But despite the president's admiration for the device, the army was very disappointed. Its characteristics left much to be desired, and its service required a whole staff. Therefore, they refused to finance them.

In the 65th, Moore began developing a new "turbojet pack". But even though he was several times better than his ancestor (flight up: 5 min vs 21 sec, weight: 31 kg vs 57), he still didn't receive funding. And it couldn't be improved due to the death of the creator.

Nowadays these devices don't stop surprising. Gravity Industries has developed a new flying suit that will make you feel like an Iron Man. The costume has a power of 1050 horsepower that produces five small jet engines. One engine of the suit is located in the backpack and the rest are arranged in pairs on the hands. Well-developed people physically easily manage it at a maximum speed of 50 m.p.h. According to Richard Browning, the gymnast coped with the management of the suit on the third attempt, although you can learn to manage it more quickly. At the moment, costumes are estimated at about half a million dollars, despite some shortcomings, one of which is the high volume of work. To replenish the budget, Browning plans to direct the funds received from public events. The main goals of development are to reduce the cost of a suit and decrease the volume of work.

They are improving year after year, becoming lighter and more autonomous. Maybe soon they will become as ordinary for us as mobile phones.

Пять лучших технологий для выживания в глубоком космосе

Дубровина А.Р.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
a.dubrovina2013@ya.ru

The first step in conquering the outer space was done about 50 years ago when the pilot-cosmonaut Alexei Leonov went beyond the spacecraft. When a spacecraft is built for human operations in deep space, it requires an array of features to keep the spacecraft and a crew on the safe side.

Projects of the lunar expeditions dated back to the 60-s. Now one of the promising spacecraft for lunar missions may be NASA's Orion. After launch from the Earth, Orion will travel beyond the Moon to the distance more than 1,000 times further than any spacecraft built for humans has ever ventured and further than the ISS in a low-Earth orbit. Orion has built-in technologies that enable the crew and spacecraft to make the exploration beyond the solar system.

Systems to Live and Breathe

As humans travel further from the Earth for longer missions, the systems that keep them alive must be highly reliable while taking up minimal mass and volume. Highly reliable systems are critically important when distant crew does not have the benefit of frequent resupply shipment to bring spare parts from the Earth, like those to the space station. The spacecraft should be equipped with advanced environmental control and life support systems designed for the demands of a deep space mission. A high-tech system being tested aboard the space station should remove carbon dioxide (CO_2) and humidity from inside Orion. Removal of CO_2 and humidity is important to ensure air remains safe for the crew breathing.

The usage of spacesuits in outer space has become a part of everyday life of astronauts. Distance from the Earth also demands that the spacesuits should be capable to keep the astronauts alive for six days in the depressurized cabin to support a long trip home.

Proper Propulsion

Orion has a high-performance module, which serves as a power plant for the spacecraft, providing the possibility of the movement, which allows Orion to circle the Moon and to return back to its reconnaissance missions. The service module is equipped with 33 engines of different size. The main engine will provide basic maneuvering capabilities in space throughout the mission, including putting Orion into lunar orbit, and also will possess enough power to leave the moon's orbit and to return back to the Earth. The remaining 32 engines are used to control Orion in orbit.

The Ability to Hold Off the Heat

Orion's heat shield is the largest of its kind ever built and will help the spacecraft to withstand temperatures in the range of 5,000 degrees Fahrenheit while entering the Earth's atmosphere.

Radiation Protection

Orion has four identical computers, each testing itself, plus an entirely different backup computer. In the event of a solar radiation, the designers together with scientists have developed plans for the crew to create a temporary shelter inside using materials on board. The investigation spacecraft called AstroRad, will carry out Exploration Mission-1 and perform the test with the experimental vest that can help to protect vital organs and to reduce the exposure to solar particles.

Constant Communication and Navigation

As for the mission control there will be the use of three types of space communication network. Its backup emergency communication system does not possess a primary system or antennae for high-speed data transmission.

Conclusion

In conclusion, summing it up it is necessary to note the main issues that will give the humanity an opportunity to make a brief generalization on this topic:

• What do we need to live in space?

• Certainly, oxygen, water, protection from radiation, favorable ambient temperatures, «space» food and other things.

• What do astronauts need for protection?

• Obviously, a space suit, warm clothing, crew module, life-support system.

• What danger awaits astronauts in space?

• A lot, but there are some very important things: cabin depressurization, radiation, vacuum, solar storm and solar wind.

For today, all these issues are very challenging and there are real opportunities to solve them.

Referenses:

1. Официальный сайт НАСА. URL: https://www.nasa.gov (дата обращения: 19.02.2019)

2. НАСА: исследование космического пространства и новости астрономии. URL: https://www.nasa.govhttps://www.space.com/ (дата обращения: 19.02.2019)

3. SpaceX. URL: https://www.nasa.govhttps://www.spacex.com/ (дата обращения: 19.02.2019)

4. И. Афанасьев, И. Лисов, Д. Воронцов. Полстолетия пилотируемых полётов: [из истории борьбы за космос двух супердержав - СССР и США] // Вокруг света. - 2011. - № 4. - С. 134-142.

5. Побединская М. Шаг в бездну: [из истории освоения открытого космоса] // Вокруг света. - 2005. - № 3. - С. 29-38.

Какие возможности открывает 3Д-печать для инженеров

Дуняшев Д.А.
Научный руководитель — Коротун В.Л.
МАИ, Москва
ddacraft503@gmail.com

No project will be accepted without a presentation, but blueprint or computer model can’t always give a proper understanding of your idea. Nowadays, this and many other problems can be solved with 3D printing. The purpose of this work is familiarization with 3D printing and it’s potentialfor engineers.

This topic was chosen because of the rapid development of 3D printing and increase of its availability. Usage of printed models will decrease risks and costs of prototype development and it will also significantly decrease production time.

To fully understand what 3D printing is, the beginning of the work has some brief information:

• How does 3D printing work;
• Short history of 3D printing;
• Types of 3D printing;
• Materials, used for printing.

Further, using information from the company Ultimaker that specializes in the production of the 3D printers, the cases of using 3D printing in real production are considered:

• Cutting costs and time prototyping automated solutions by HARTFIEL automation;
• Maximizing production efficiency with 3D printed tools, jigs, and fixtures by Volkswagen;
• Quick and cost-effective custom parts for urban farm hydroponics system by Farmshelf;
• 3D printed final parts for high-value snow machines by Snow Business International;
• 3D printing of aftermarket car components for time and cost savings by Tucci Hot Rods.

The advantages of printed parts over the produced ones are given:

• Decrease in cost of the product;
• Decrease in time to produce the product;
• Wide range of materials;
• Lower weight;
• Possibility of quick and frequent product change;
• High accuracy of produced parts.

Based on the above information, conclusions about future applications and trends in the development of 3D printing are made.

Список литературы

1. Балашов А.В. Исследование свойств изделий, полученных 3D-печатью. Актуальные проблемы в машиностроении. 2017. Т. 4. № 2. С. 120-126.
2. Horvath, Joan. Mastering 3D Printing. Apress, 2014. 207 p.
3. Klein, J., Stern, M. 3D Printing and Additive Manufacturing, 2015. – p. 9-105.

Введение в квантовые вычисления

Ерохин М.С.
Научный руководитель — Трембач Т.Г.
МАИ, Москва
siluriolo@gmail.com

What is quantum computing?

Over 50 years of advances in mathematics, materials science, and computer science have transformed quantum computing from theory to reality. Today real quantum computers can be accessed through the cloud, and many thousands of people have used them to learn,to conduct research, and to tackle new problems.

Quantum computers could one day provide breakthroughs in many disciplines, including materials and drug discovery, the optimization of complex systems, and artificial intelligence. But to realize those breakthroughs and to make quantum computers widely useable and accessible, we need to reimagine information processing and the machines that do it.

Why we need quantum computing?

We experience the benefits of classical computing every day. However, there are problems that today's systems will never be able to solve. For challenges above a certain size and complexity, we don't have enough computational power on Earth to tackle them. To stand a chance at solving some of these complex problems, we need a new kind of computing.

All computing systems rely on a fundamental ability to store and manipulate information. Current computers manipulate individual bits, which store information as binary 0 and 1 states. Millions of bits work together to process and display information. Quantum computers leverage different physical phenomena — superposition, entanglement, and interference — to manipulate information. To do this, we rely on different physical devices: quantum bits, or qubits.

Scaling quantum systems

In order to increase the computational power of quantum computing systems, improvements are needed along two dimensions. One is qubit count; the more qubits you have, the more states can in principle be manipulated and stored. The second is to achieve lower error rates. We need to be able to manipulate the qubit states accurately and perform sequential operations that provide answers, not noise.

Combining these two concepts, we can create a single measure of a quantum computer's power called quantum volume. Quantum volume measures the relationship between number and quality of qubits, circuit

connectivity and error rates of operations. Building larger systems with lower error rates will lead to discovering the first instances of quantum advantage or applications where quantum computers can offer a computational advantage for solving real problems.

Миссия по удалению космического мусора

Жукова В.А.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
vidgaymn@yandex.ru

The mission of RemoveDEBRIS is a European project, which will consist of a spacecraft weighing about 100 kg, which will put into orbit a platform for the demonstration of debris cleaning technologies.

The mini-satellite, called RemoveSAT, will launch, capture and utilize space debris, called DebrisSats, using various techniques of meeting, capturing and eliminating, demonstrating technology for subsequent international missions in orbit.

In this case, the objects themselves will be dropped by the main satellite, followed by capture. Despite the fact that this is only an experiment, the project is an important step towards a full fledged mission. The ultimate goal of these developments is to protect space assets from space debris and minimize the risk of collision for current and future space missions.

Platform

The RemoveDebris platform uses a new generation of low-orbital avionics systems and a design developed in SSTL. The system allows to adapt the platform to various tasks and mission requirements. The RemoveDEBRIS platform has several compartments. The first two are equipped with a guidance system and a harpoon - with its help, engineers hope to learn more about the behavior of objects in microgravity conditions. The third compartment contains a scale grid that covers all the debris in the area. From the fourth compartment, the apparatus must release a “sail”, which is filled with air molecules from the atmosphere. It will slow down the movement of the platform and cause it to fall to the Earth. The platform is based on four side panels, a payload panel and a dividing panel. The payload is installed either on the payload panel in the payload volume above the onboard equipment compartment, or along the side panels.

Demonstrations in orbit

Net experiment:

In this experiment, one of CubeSats, named DebrisSat 1, will launch a balloon designed to simulate space junk. At close range, the RemoveDEBRIS satellite will pick up trash in the network and then direct the network aside to the Earth’s atmosphere for disposal.

Harpoon experiment:

In this experiment, the platform throws out a second CubeSat (harpoon), DS-2, at low speed. The GNC platform system aligns the harpoon with the center of the garbage, and then launches the harpoon. The harpoon is designed in such a way that the mechanism prevents the cable from being pulled out of the platform.

Vision-based navigation (VBN) experiment:

In this experiment, the third CubeSat (harpoon), DS-3, is thrown out by the platform. The VBN system uses data from experiments with a net and a harpoon for calibration. Then maneuvers are carried out, allowing the VBN system and surveillance cameras to collect data and images, which are then processed on the ground.

Dragsail

After completing other experiments, the satellite will deploy a large sail that will act as an air brake. Dragsail will deliver RemoveDEBRIS from the relatively low orbital altitude of the space station to Earth's atmosphere for safe combustion.

Conclusion

About seven thousand tons of space debris, according to experts, currently revolve around our planet. These are "dead" satellites and tiny fragments remaining in orbit after the destruction of large vehicles. Unfortunately, this figure is growing exponentially with each new launch into space. This mission will show the best way to record and recycle space debris, with the result that satellite communications, weather monitoring systems and navigation will no longer be threatened.

Referenses:

1. A Low Cost Active Debris Removal Demonstration Mission. CORDIS, 2015, № 11.

2. Biesbroek R., Wolahan A. Maturing the technology for esa's e.deorbit mission to remove a large, heavy space debris from low earth orbit. CNES 4th International Workshop on Space Debris Modelling and Remediation.

3. Latest news|SSTL. URL: http://www.sstl.co.uk/Press/SSTL-ships-RemoveDEBRIS-mission-for-ISS-launch (датаобращения 15.02.2019)

4. Robin Biesbroek. ESA’s e.deorbit mission and its roadmap to Active Debris Removal. European Space Agency, e.deorbit study manager/ http://aerospace-europe.eu/media/books/CEAS2015_153.pdf

5. Jason L. Forshaw, Guglielmo S. Aglietti, Thierry Salmon, Ingo Retat, Alexander Hall, Thomas Chabot, Aurelien Pisseloup, Daniel Tye, Cesar Bernal, Francois Chaumette, Alexandre Pollini, Willem H. Steyn. The RemoveDebris ADR Mission: Launch from the ISS, Operations and Experimental Timelines. Proceedings of the 68th IAC (International Astronautical Congress).

6. RemoveDEBRIS mission completes in-orbit commissioning. SSTL Press Release, 23 August 2018.

7. RemoveDEBRIS: Pre-launch Update. Proceedings of the 66th International Astronautical Congress (IAC 2015).

Особенности межкультурной коммуникации в сфере химических и биотехнологий

Журбенко А.С., Лунёв И.В.
Научный руководитель — доцент, к.б.н. Шейпак О.А.
РТУ МИРЭА, Москва
zhurbenko.vladimirr@mail.ru

Наука не может развиваться изолированно в отдельно взятом институте, исследовательском центре, стране. Для проверки своих гипотез, признания идей и разработок ученым со всего мира необходимо поддерживать рабочие связи и контакты с представителями своего направления из разных стран. Межкультурная коммуникация в профессиональной сфере часто может влиять непосредственно на результат исследования. Очевидно, что рабочим языком такой коммуникации является английский язык. Учитывая тот факт, что уровень владения иностранным языком становится конкурентно значимым фактором, лингвистические исследования, направленные на выявление и анализ особенностей использования иностранного языка в различных сферах деятельности, не теряют актуальность.

Одной из основных тенденций современной науки являются исследования, проводимые на стыках классических наук – химии, физики, биологии. Появились новые научные направления - биотехнологии, нанотехнологии. Знание этих особенностей может существенно облегчить и повысить эффективность коммуникации для достижения лучшего результата в проводимых исследованиях.

Среди особенностей, на которые следует обратить внимание начинающим специалистам с сферах химических и биотехнологий, нанотехнологий можно выделить следующие: использование терминов, пришедших из различных отраслей знаний, ранее несвязанных между собой; использование латинского языка; использование специализированной система названий химических веществ «ИЮПАК»; фонетические особенности; грамматические особенности.

Мировое сообщество химиков сошлось во мнениях, что использование международных единых терминов крайне упросит коммуникацию между учёными, поэтому новым соединениям и прочим химическим структурам дают названия на английском языке. Стоит также учитывать то, что этот язык берёт свои корни из латинского и древнегреческого. Например, слово cranium (череп) имеет латинское происхождение, однако английские врачи активно использовали его в повседневной практике, и в последствии оно появилось на страницах английских толковых словарей. Латынь и древнегреческий язык - это языки науки потому, что практически вся терминологическая база сложилась на их основе.

Использование английского, как основного языка общения в науке, дошло до того, что во многих печатных изданиях некоторые русские слова ради сокращения объема текста заменяют английскими эквивалентами. Например, в окислительно-восстановительных реакциях всегда участвует и окислитель, и восстановитель. Окислитель-элемент, у которого в реакции понижается степень окисления за счёт присоединения электронов ē. Его называют ox-элементом, так как oxidation означает окисление. То есть русские термины заменяют английскими для упрощения записи.

Ни одно соединение в химии не может быть неназваным. Оно всегда состоит из нескольких частей, каждая из которых указывает на характеристики соединения. К примеру, возьмем тетраборат калия (K2B4O7). Разобьем его на 3 части: тетра-, -борат, калия. Тетра (tetra)- часть сложных слов, заимствованная из греческого языка, означающая четыре (количество атомов бора B); борат

свидетельствует о том, что данное вещество содержит бор, и оно относится к классу борных кислот. В данном случае калий помогает понять, какой металл входит в состав соли. Аналогично можно сделать с тетрагидроксолюминатом натрия (Na[Al(OH)4]). Как мы уже выяснили, тетра означает четыре (в данном случае количество гидроксильных групп OH), гидроксоалюминат является индикатором того, что это соль, содержащая радикал –Al(OH)4: в свою очередь состоит из hydroxyl– гидроксильная группа OH и aluminium- алюминий; а Na–металл, входящий в состав этой соли. Также стоит отметить, что гидроксоалюминат имеет суффикс –ат-, что означает высшую степень окисления, однако подобные морфологические единицы не переводятся, а используются для передачи дополнительной информации, в отличие от тех частей, которые мы рассмотрели ранее, дающие общее и основное представление о составе вещества. Таким образом, любой трудный термин можно рассмотреть как сумму более мелких терминов.

Для получения более высоких результатов и ускорения темпов развития человечества необходимо поддерживать постоянный контакт с коллегами из других стран. Эффективно контактировать можно только на английском языке, учитывая все особенности межкультурной коммуникации в узкой научной сфере.

Список литературы

1. Серебренникова Э.И., Круглякова И.Е. Английский язык для химиков. М.: Высш. шк., 1987. — 400 с.

2. Журбенко Н.Л. Использование современных педагогических технологий для повышения эффективности обучения иностранным языкам в неязыковых вузах // Интернет-журнал «Мир науки», 2018 №2, https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN218.pdf

3. Бобылёва С.В. Английский язык для экологов и биотехнологов. М., 2014. — 192 с.

Особенности разработки и применения боевых автоматизированных систем на основе искусственного интеллекта (на базе англоязычных источников)

Замогильный К.В.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
f.filipw2014@yandex.ru

Целью данного исследования является анализ изучения перспектив активного внедрения искусственных систем, имитирующих решение поставленных задач по принципу мыслительной деятельности человека – искусственный интеллект (artificialintelligence) и потенциала применения боевых автоматизированных систем на поле боя.

Особое место в исследовании занимает изучение новейших образцов подобных роботов. Передовые разработки компаний BostonDynamics (США) - робот-подносчик боеприпасов BigDog; G-NIUS (Израиль) - беспилотный патрульный бронеавтомобиль Guardium; НИТИ Прогресс (Россия) - боевой робот «Платформа-М» представляют собой частично автономные управляемые боевые машины.

Аппараты подобного рода в настоящее время в англоязычной научно-технической литературе называются unmannedgroundvehicle (UGV) - беспилотная наземная техника. Однако, есть и другие терминологические варианты: militaryrobot (военный/боевой робот), remote-controlledplatform (дистанционно-управляемая платформа). Разнообразие названий говорит о новизне технологий, экспериментальном статусе программ.

Авторы данного исследования считают, что автоматизированные системы с элементами искусственного интеллекта смогут качественно повысить обороноспособность и престиж той страны, которая добьется прорыва в данной области, поскольку позволят снизить потери живой силы за счёт уменьшится роли человека непосредственно на дистанции огневого контакта. Так, в 2016 году, роботы-саперы «Уран-6» успешно применялись для разминирования города Пальмиры, а в 2017 году в бою испытали «Платформу-М».

Беспилотные летательные аппараты повсеместно применяются для разведки и авиаударов. Актуальны массовые и габаритные преимущества боевых платформ, оснащенных искусственным интеллектом. Так, боевая масса БМОП «Терминатор-2» равна 44 т, длина 7200 мм, а масса сходно вооруженной (в одном из вариантов) «Платформы-М» - 800 кг, длина 1600 мм. Низкая масса и силуэт машины облегчают ее маскировку и транспортировку.

Электронные системы распознавания целей более эффективны, чем непосредственное наблюдение за радаром. Разработанная компанией Saab технология обнаружения целей под обозначением ELSS (EnhancedLow, SlowandSmall), была интегрирована в радар «GiraffeAMB». На испытаниях Bristow

2015, проводившихся на полигонах в Шотландии в течение шести дней, радар с функциональностью ELSS смог обнаружить и отследить более ста сложных воздушных целей с эффективной поверхностью отражения размером до 0,001 квадратного метра, летавших на небольших скоростях в сложном пространстве. В то же время в своих стандартных режимах система обеспечила полноценное традиционное воздушное наблюдение.

Алгоритмы распознавания целей способны различать беспилотники, птиц, другие движущиеся объекты, а также отличать перемещения в воздухе от, например, транспорта.

Интересен следующий аспект интеграции искусственного интеллекта в системы боевой техники: для создания таких боевых единиц, придется обойти знаменитые «Три закона робототехники», сформулированные И.Ю. Азимовым (более известным как Айзек Азимов) - писателем-фантастом, идеологом робототехники. Следовательно, появятся сложности этического и технического плана: боевая платформа, наделенная существенной автономностью, может выйти из-под контроля оператора. Такие «мятежные» роботы могут уничтожить тех, кто их создал, повлечь большие жертвы. Если же отдать управление «контролеру» (который проще отключить, так как у него нет собственного вооружения и движителя),то возникнут проблемы бесперебойного обеспечения связи между элементами данной системы, и снизится эффективность работы отдельных боевых платформ.

Отмечается, что большинство языков программирования построены на основе английского языка. Следовательно, знание научно-технической лексики и владение навыками технического перевода являются важными условиями превращения студента - начинающего инженера в высококлассного специалиста.

В данной работе доказывается необходимость владения специфическими англоязычными терминами, такими как: artificialintelligence (искусственный интеллект), remotecontrol (удаленное управление), unmannedgroundvehicle/UGV (беспилотная наземная машина), unmannedaerialvehicle/UAV (беспилотный летательный аппарат), drone (аналог UAV).

Обзор достижений лидирующих авиакомпаний

Зорина Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Неверова Н.В.
МАИ, Москва
zorinadiana24@gmail.com

The significant economic factor and the biggest airports are in the area of the US metropolis New York and its name is the John F.Kennedy International Airport (JFK shortly). It lies 284 kilometeres away from downtown New York City. It was opened on the 31 of July in 1948. The US cheap flights airlines and JetBlue Airways used the airport as a home base and transport hub. American Airlines and Delta Air Lines used mainly the JFKAirport priority. The JFK Airport lies on well maintained 200000 hectares, which is also confirmed by its eight terminals. 50 million passengers and 1,6 million tons of air freight come through the Airport every year.

The airport Hearthrow is the chief international and the busiest airport of the country. Last year more than 70 million people used its services. Heathrow has 4 operational terminals with a cargo one, and 2 parallel runways. There are over 90 airlines working there and they can bring you to about 170 destinations. This airport is base for "British Airways", which flys many roads all over the world. The main of them are british- "Virgin Atlantic", scandinavian- " Finnair", french-" Air France", "Swiss International Airlines", " Lufthansa" and so on Aeroflot is the leader of the airlines in Russia. During 2018 carried about 30 million of passengers. Airbus A321, Boeing 777, Sukhoi Superjet 100 are the best means of air transport. This company usually has prized places all over the world

Функционально-семантическое поле модальности побуждения в современном английском языке

Зубкова В.Н.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Мельдианова А.В.
МАИ, Москва
lada-97.97@mail.ru

В настоящее время категория побуждения активно изучается в лингвистике. Интерес к побудительным предложениям обусловлен повышением внимания к субъективной составляющей языка и требует семантического анализа категории наклонения, изучения разнообразных смысловых и формальных компонентов предложения, которые с разных сторон отражают фактор

субъективности в языке [2, с. 300]. Исследование категории побудительности включает в себя не только лингвистический анализ категории наклонения, а также рассмотрение служебных слов, вводных слов, вводных словосочетаний и предложений, которые передают значение субъективности. Всестороннее изучение данных языковых компонентов необходимо для адекватного понимания высказывания.

Несмотря на наличие определенной теоретической и практической базы исследования категории побудительности, многие проблемы, связанные с этой категорией, до сих пор остаются нерешенными. Кроме того, многообразие вариантов классификации побудительных высказываний свидетельствует о необходимости дальнейшей разработки данной тематики, что подчеркивает актуальность настоящего исследования.

Спектр директивных побудительных значений включают в себя приказ распоряжение, инструкцию, запрещение, совет, предложение, предупреждение, приглашение, предписание [1, с. 15]. К более мягкому типу выражения императивности можно отнести просьбу, мольбу. В этом случае говорящий также заинтересован в выполнении действия и побуждает слушающего выполнить его в свою пользу.

Все многообразие средств выражения побудительности в современном английском языке можно представить виде функционально-семантического поля. Ядром данного поля являются императивные предложения, где сказуемое выражено глаголом в повелительном наклонении. Наиболее частотную группу средств выражения побудительности в английском языке представляют императивные и безглагольные конструкции (74%). Далее по частотности употребления следуют периферийные средства выражения побудительности (перформативные глаголы, модальные глаголы, будущее время, вводные модальные высказывания) с помощью которых категория побудительности выражается имплицитно (24%).

Таким образом, функционально-семантическое поле побуждения в современном английском языке включает в себя многообразные семантические оттенки, которые выражаются различными выразительными средствами. Владение данными средствами выражения императивности является важным фактором успешной коммуникации.

Список литературы

1. Беляева Е.И. Грамматика и прагматика побуждения: английский язык. Воронеж, 1992.

2. Мельдианова А.В. Средства выражения побуждения в современном английском языке // Неделя науки-2017 Факультета ИЯ МАИ-НИУ. Сборник докладов конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика В.П. Мишина. Выпуск № 10. – М.: Перо, 2017. С. 300-306.

Issue of formation project cost management models in aircraft industry

Зубова А.А.
Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Осяев А.Т.
МАИ, Москва
neeew@mail.ru

The solution of increase in efficiency of production processes is possible by the organization of rational use of material, labor and financial resources. It is can be due to matching of effective cost management model by costs. The problem of forming of complex cost management models consists in difficult specifics of functioning of the aircraft industry entities. In this overview, the possibility of use of the complex system of methods of cost management offered in the research S.B. Suloeva and O.B. Gultceva in aviation project management is considered.

For creation of the complex cost management system realizing functions of accounting and management it is offered to integrate within one system the concept of the «standard-costing» model with modern concepts of strategic management by costs.

The aviation industry as the specific sector of economy has, regardless of national or regional identity, some general features inherent in both the industry, and its products.

Today many aircraft manufacturing entities (for example, "Sukhoi Company") for cost assessment of aviation projects use "standard approach" which is based on adjusted data of last periods taking into account the existing working conditions.

This method assumes preliminary regulation of all expenses (in quantitative and value term) connected with production of a certain type of products and further calculation of deviations of actual costs from standard.

It should be note that in aircraft industry application of "standard-costing" is ideal system in case of the competent choice of indicators for standardization.

The basis of the "target-costing" concept is constitute by change of a view of interdependence of the price, profit and cost value. That is it is expect that new products will manage to be sold at the price, which completely will cover a cost and will provide the profit necessary for further business development. For traditional products, application of such formula is possible only theoretically. Therefore, creators of the target-costing system changed an operations procedure in this expression, also priorities of components respectively changed.

«Kaizen-costing" task it is determined at a planning stage the following financial year when production schedules are developed. «Kaizen-task» it is put both at the level of each product, and at the level of the entity in general according to individual clauses of variable costs. Fixed costs are counted on separate divisions and grouped in special budgets.

Studying, analyzing and processing these emergence of costs, thus it is possible to determine more precisely such important factors as pricing, obtaining and forecasting arrived. Above-mentioned instruments of control show quantitative effect of possible deviations of the actual budget parameters from planned on various aspects of activities of the company (assets conversion cycle, sales volume, profitability and so forth) and also proposing a set of situational management decisions (that is — what managerial measures can be taken in case of this dynamics of the budget data).

In connection with complexity of a product of the aircraft equipment application of a combination of all three techniques at different stages of life cycle of a product seems expedient. "Standard costing" at the initial stage of assessment of costs of the aviation program for formation of the business plan, "target-costing" at stages from conceptual design before statement on production and "kaizen-costing" at a production phase. Application of "kaizen-costing" demands adaptation for the long-cycle processes of production which are beyond planning within financial year which are feature of implementation of programs in the aviation industry. Anyway application of these techniques and their combination demands separate, deep study directly in cooperation with the enterprises of the aviation industry.

Межзвёздный гость Оумуамуа

Зуев Д.А.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
Zuev_1998@mail.ru

The first known interstellar object that visited our Solar system was detected for the first time by Hawaii's Pan-STARRS 1 telescope in October 2017 while the telescope was surveying near-Earth asteroids. The object's name Oumuamua is a Hawaiian word, meaning:" a guest from a far distance arrives the first".

Space guest researches.

After opening Oumuamua a variety of telescopes were aimed in its direction, there were Spitzer and Hubble Space Telescopes among them.

Oumuamua was too faint for infrared Spitzer. However, the non-detection fact forced the scientists to think over what object could it be and why it moved so fast. Subsequent detailed observations perfomed by several ground-based telescopes and the Hubble revealed the reflection of the sunlight from the surface of Oumuamua. Large changes in the brightness of the object showed that Oumuamua was very elongated and probably about 800 meters in its longest dimension.

Oumuamua is a small object, approximately equal to 100 m–1,000m in size. It has a dark red color, the same color have objects outside the solar system. Oumuamua had no signs of a comet tail and so it was taken for an asteroid by mistake. It has considerable elongated and rotating path, perhaps it is rich in high-density metals. Oumuamua rather hops than moves smoothly rotating, and its speed is so high that there is no chance of belonging to the Solar system. It also means that Oumuamua cannot be trapped by the gravitational field of the Sun, and after a while will leave the solar system and rush into deep space.

Small but Reflective.

The new investigations propose that Oumuamua can be more than 10 times reflective than the comets that belong to our solar system. As infrared emission belongs to heat radiation emitted by "hot" objects, it can be used to define the temperature of space objects; and in its turn, this can be used to determine the reflection coefficient of any object surface — this term is called albedo.

Origin of the Oumuamua.

The solar system may be the first visited by Oumuamua, when this celestial body left the stellar system about a few billion years ago. According to one version, Omuamua went into the solar system from the constellation Lyra, according to another version, it was thrown out off the constellation called White Dwarfs.

The researchers suggest that Oumumua is accelerated by the jet of gases, which are emitted by craters located on its surface.

To leave the Solar system Oumuamua should cover such a distance that is equal to the distance from Saturn to Sun. Today we can watch Omuamua with none of existing telescopes. Nowdays it is still unknown when Oumuamua leaves the Solar System. According to some estimations, it will take about another 23 thousand years to witness it.

Conclusion

Scientists think that time will come to «catch up» this celestial body. This opportunity is under consideration by the participants of the project “Interstellar Research Initiative”. They expect to achieve this rare celestial body Oumuamua by using the Jupiter gravitational field and invoking sufficiently productive jet engines. To reach it - is half an effort; it is much more difficult to make the landing on its unknown surface. Oumuamua can be useful for all mankind. This investigation can give us valuable data on another stellar system. It can be the information on new chemical elements, signs of water or even life.

Referenses:

1.In-space.ru // URL: https://in-space.ru/nasa-raskrylo-novye-podrobnosti-o-zagadochnom-oumuamua/ (датаобращения: 18.02.2019).

2.Popmech.ru // URL: https://www.popmech.ru/science/417122-oumuamua-ili-1i-2017-u1-pervyy-obekt-priletevshiy-s-drugoy-zvezdy / (дата обращения: 18.02.2019).

3.Rambler.ruURL: https://news.rambler.ru/tech/41200634-obekt-oumuamua-novaya-zagadka-vselennoy / (дата обращения: 18.02.2019).

4.Nasa-learns-more-about-interstellar-visitor-oumuamua // www.nasa.gov URL: https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-learns-more-about-interstellar-visitor-oumuamua (дата обращения: 17.02.2019).

5.Nasa-spitzer // sciencesprings URL: https://sciencesprings.wordpress.com/tag/nasa-spitzer/ (дата обращения: 17.02.2019).

Развитие стремления обучающихся к самореализации как один из способов решения проблемы языковой компетенции будущих специалистов

Иванова А.С.
Научный руководитель — Кожевникова И.Д.
МГТУ ГА, Москва
ivanovanastya200@yandex.ru

Эксперты, изучающие авиационную безопасность, находятся в постоянном поиске альтернативных способов снижения рисков, связанных с авиационной деятельностью. В настоящее время, особое внимание уделяется человеческому фактору, способному стать звеном в цепи событий, повлекших за собой происшествие или инцидент. Одним из таких факторов выступает коммуникация. Главная составляющая процесса коммуникации - владение языком, благодаря которому слушающий способен корректно интерпретировать смысл информации, которую передает говорящий.

Владение языком не ограничивается знанием и применением правил грамматики, лексики и фонетики, а является интеграцией этих умений с рядом способностей и навыков человека. Формирование специализированной языковой компетентности осуществляется с начала получения профессионального образования будущим специалистом. Одним из вариантов решения проблемы овладения языковой компетентностью является развитие у обучающихся стремления к самореализации, путем создания обучающимися собственных ситуаций общения с учетом потребностей будущей профессиональной деятельности.

Исследователи выделяют два процесса, таких как «изучение» и «усвоение» языка, главное отличие между которыми заключается в осознанности. Если процесс изучения подразумевает под собой сознательный и осмысленный характер обучения языку, то процесс усвоения зачастую становится неосознанным, осуществляемым при погружении в определенную языковую среду и необходимым для социальных взаимодействий с носителями языка.

Будущим специалистам, которые хотят овладеть языком, необходимо использовать оба этих процесса. Это обусловлено тем, что грамотное использование характерных черт вышеуказанных процессов может способствовать развитию таких компетенций, как фонологическая, грамматическая, лексическая, а также таких навыков, как беглость речи, понимание, общение. Именно эти компетенции и навыки включены в квалификационную шкалу ИКАО и являются основой осуществлении авиационной радиотелефонной связи, поэтому будущим работникам авиационной

сферы в процессе обучения так важно и необходимо освоить их до должного уровня, позволяющего обеспечить эффективное и безопасное воздушное движение.

Список литературы

1. Руководство по внедрению требований ИКАО к владению языком – 2-е изд. 2010. URL: http://www.aviadocs.net/icaodocs/docs/9835_cons_ru.pdf (дата обращения: 17.02.2019).

2. Костоусова Э.Т. Мотивы изучения иностранного языка в техническом вузе как залог создания полиязычной среды, 2016. URL: https://vk.com/doc187406068_494628102?hash=aa64b6c49f968e37dd&dl=cbf9d237b7ad03b922 (дата обращения: 17.02.2019).

Значение фоновых знаний в работе переводчика

Исак Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Веденская Т.Е.

МАИ, Москва

isak.ekaterina@gmail.com

В нынешнем веке, веке глобализации, важна возможность коммуникации между разными народами, проблемами которой ежедневно занимаются миллионы переводчиков и лингвистов по всему миру. Но, чтобы наладить общение между представителями разных стран, мало знать их языки, необходимо понимать и уважать их культуру и историю.

Для того чтобы понять обращенную к нему речь, человек должен обладать определенным набором фоновых знаний. До настоящего времени изучение этого феномена велось в рамках лингвострановедения. На сегодняшний день, данная проблема исследуется в рамках различных направлений языкознания.

Термин «фоновые знания», «backgroundknowledge», неотъемлемые от современного мира в качестве средства познания новой информации и последующего «узнавания» ранее полученной информации в некой среде, впервые был использован в работах английских лингвистов.

Е.М. Верещагин и В.Г. Костомаров в книге «Язык и культура» определяют фоновые знания как общие для участников коммуникативного акта знания и делят их на три группы: общечеловеческие, региональные и страноведческие.

Культурно-историческое развитие всегда обладает фоновыми знаниями в определенных реалиях. Этот феномен невозможно рассматривать, не включая в анализ смежные термины – пресуппозиция, подтекст, импликация и аллюзия.

Углубляясь в исследование проблемы фоновых знаний, нельзя не сказать о понятии пресуппозиции, введенном Г. Фреге. При номинативном подходе к предложению пресуппозиция соотносились с действительностью, а при коммуникативном – с ситуацией общения, контекстом. Иначе говоря, пресуппозиция – это информация об окружающей действительности, которой обладают пишущий (говорящий) и читающий (слушающий).

Подтекстовая информация понимается как разновидность имплицитного в художественной речи. Имплицитность – это особый способ выражения смысловой структуры высказывания. Аллюзия предполагает использование некой реальной ситуации, фактов действительности со ссылкой на происходящее, на объекты бытия и наше представление о них. Все эти аспекты важны при исследовании проблемы фоновых знаний. Необходимо подчеркнуть, что углублению фоновых знаний способствует изучение лингвокультур.

Особенности истории и культуры отражаются в языке народа, что можно видеть, например, анализируя этапы истории Германии.

Объединение Германии в единое государство произошло достаточно поздно (1871г.), поэтому современные федеральные земли до сих пор имеют значительные культурные различия (обычаи, бытовая культура, диалекты).

Изучение лингвокультурных концептов дает возможность установить способы языкового осмысления действительности и выявить приоритетные ценности в картине мира, что важно при изучении истории и культуры страны изучаемого языка.

Профессионализм переводчика включает не только прекрасное знание иностранного языка, его лексико-грамматической и стилистической систем, но и понимание ментальности народа, а значит, фоновых знаний истории и культуры страны. Если не учитывать этот крайне важный аспект, то существует опасность искажения смысла исходного текста, что является признаком некомпетентности переводчика. Поэтому необходимы высокие и разносторонние профессиональные

качества переводчика и следует помнить, что перевод, являясь инструментом межъязыкового и межкультурного общения, обеспечивает адаптацию культур взаимодействующих языков.

Список литературы

1. Верещагин Е. М., Костомаров В. Г. Язык и культура М., 2005.

2. Карапетян О. В, Мясковская Т.В.Сопоставительное лингвострановедение и фоновые знания как основной предмет лингвострановедения. URL: www.gramota.net/materials/1/2012/4/35.html (дата обращения: 17.02.2019).

3. Тер-Минасова, С. Г. Язык и межкультурная коммуникация. М.: Изд-воМГУ, 2004.

4. Heringer, H. J. Interkulturelle Kommunikation. Grundlagen und Konzepte. – 2. Auflage. Tübingen und Basel: A. Francke Verlag, 2004.

Особенности терминологии в сфере нанотехнологий и микросистемной техники

Исраилова Н.Н.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
israilova.nozi@gmail.com

Каждая сфера деятельности характеризуется своей терминологической системой. То, насколько хорошо вы знаете терминологию своей отрасли, показывает, насколько вы хороший специалист и как хорошо вы разбираетесь в своей сфере деятельности. Кроме терминов на родном языке, современный специалист обязан знать их английские эквиваленты. Для эффективности проведения исследований и расширения научной деятельности ученым необходимо обмениваться материалами с коллегами из разных стран.

Изучение малоразмерных структур актуальнейшая и наиболее динамично развивающаяся область современной науки, интерес к которой связан с новыми фундаментальными научными проблемами и физическими явлениями. Данная работа посвящена анализу особенностей терминологии (терминосистемы) на английском языке в области нанотехнологий и микросистемной техники.

Мы же под терминосистемой понимаем структурное образование взаимосвязанных языковых единиц из определенной профессиональной или научной сферы, представляющее собой базовую лингвистическую основу. Терминосистема включает в себя не только отдельные лексические единицы из определенной профессиональной сферы, но их синтаксические варианты (словосочетания) и возможные модели терминообразования

Терминология заимствуется из разных языков, в частности греческого и латинского (греческий: нано, эфир, оксид; латинский: температура, спирт, экстракт). В современном мире наиболее распространены терминологические обозначения на английском языке, так как он является международным языком. Направление нанотехнологий стремительно развивается, соответственно увеличивается и количество используемых англицизмов английских терминов-трансплантатов, часть которых имеет форму аббревиатур: метод NEB – NEB (nudgedelasticband), метод MOCVD – MOCVD method (MetalorganicChemicalVaporPhaseDeposition). Также, чтобы упростить изучение английской терминологии в своих научных исследованиях ученые из разных стран изначально используют названия тех или иных явлений на английском (кристаллит - crystallite, нафион - nafion и спилловер - spillover).

Знание международной научной терминологии является квинтэссенцией успешного профессионального взаимодействия и понимания работы на международной арене.

Список литературы

1. Журбенко Н.Л. Развитие информационно-аналитических навыков у студентов технических вузов в рамках преподавания дисциплины «Иностранный язык» // Казанская наука. №6 2017г. – Казань: Изд-во Казанский Издательский Дом, 2017. – 106. С. 66-68.

2. Неверова Н.В., Рыбакова Л.В. Из опыта учебно-методического обеспечения изучения иностранных языков в неязыковом вузе. - М.: «Среднее профессиональное образование», №7, 2017, с. 23-26

Анализ роли информационного маркетинга в формировании аргументации событий и стереотипов мышления (на основе иноязычных источников)

Калаев Д.Р.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
dragonboy@live.ru

Данное исследование нацелено на выявление и анализ закономерностей, регулирующих процессы формирования общественного мнения в контексте ежедневного информационного потока.

Информационный маркетинг (informationmarketing), как и любой другой вид рыночной деятельности, обладает рядом характерных черт – это изучение рынка и запросов потребителей; контроль за процессом обмена товарами или услугами для удовлетворения потребностей; извлечение прибыли; прогнозирование потенциального спроса и предложения на рынке.

Следовательно, тот, кто создает технологии по формированию общественного мнения, влияет на потребителя товара или продукта, которым может быть любая «вещь», свободно меняющаяся на другие «вещи», и научные знания тоже могут выступать в роли товара.

В данной работе особенно изучается роль информационного маркетинга в научно-технической сфере, так как автор исследования – будущий инженер проектирования двигателей ЛА.

Отмечается, что цель маркетинга (и информационного, в том числе) сегодня – это не просто продажа товаров, но удовлетворение потребностей заказчиков, а это значит, маркетологи начинают свою работу гораздо раньше того момента, когда готовый продукт выйдет на рынок.

Говоря в этом аспекте об аэрокосмосе, несложно найти яркий пример – это мировая известность Илона Маска и его общесоциальных (PayPal, Tesla, SolarCity) и научных (SpaceX) идей. Особенно показательным в плане изучения и анализа возможностей влияния СМИ на потребителя является недавняя рекламная кампания «невероятных возможностей» жидкотопливного ракетного двигателя Raptor, за испытаниями которого, благодаря социальной сети Twitter, следил не только англоязычный, но и весь мир.

В данной работе показано, что современный человек может и должен здраво оценивать информацию, поставляемую MassMedia (пресса, кино, телевидение, плакаты, рекламныещиты) и интернетом – важнейшими средствами формирования стереотипов мышления. К примеру, разгоревшиеся дискуссии и в социальных сетях, и со стороны российских СМИ, о сравнении нового ракетного двигателя компании SpaceX “Raptor” с советско-российским жидкотопливным двигателем RD-180 базировались исключительно на одном, известном на данный момент, параметре нового "инженерного творения" - удельной тяге. Тем не менее, мало кто из обычных людей проверяет на научность и достоверность лавины ежедневной информации.

В данном исследовании также отмечается, что аргументы, которыми мы обосновываем ложность или истинность своих и чужих суждений, часто формируются под воздействием информационного маркетинга. Показаны некоторые способы влияния на субъективность восприятия действительности. К примеру, в маркетинге есть особый инструмент воздействия на спрос потребителя – это упаковка, привлекающая внимание. В научном сообществе, где традиционные нормы поведения особенно прочны, тем не менее, есть возможность для рекламы, СМИ, информационного маркетинга. К примеру, вся линейка продукции Apple (MacMini 2018, iPadPro).

Также отмечается растущее проникновение информационных технологий в социальную жизнь людей, не связанных напрямую со СМИ или рекламой. Так, с развитием интернета и соцсетей, когда они стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, появился social-media-marketing.

В исследовании показана важность изучения иностранных языков для изучения информации по заданной теме. Использованы англоязычные термины, описывающие комплекс маркетинговых коммуникаций: directmarketing (прямой маркетинг), Above-The-Linemarketing (реклама в СМИ), salespromotion (стимулирование сбыта), Social-Media-Marketing (маркетинг в соц. сетях)

Делается вывод о социальном, экономическом, психологическом влиянии информационного маркетинга на жизнь в современном обществе и об опасностях стереотипного мышления, особенно в науке.

Океанические миры. Вода в Солнечной системе

Карлов А.А.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
alexander-karlov.karlov@yandex.ru

Four elements have given birth to life on the Earth – they are: fire, air, ground and water. The history of water is the history of life. Water is involved in a variety of mechanisms and life cycles on the Earth. It could seem that water has long been studied by mankind but scientists still find the most amazing facts about this natural element.

Origin of water

The water molecule consists of one oxygen and two hydrogen atoms. Oxygen was created in cores of stars more massive than the Sun, while hydrogen was created in the Big Bang. Huge amount of water in gaseous form exists in the large stellar nurseries of our galaxy [4].

Recent observations have confirmed the presence of water molecules in the known Orion nebula and also have showed that water molecules are still being formed. The nebula is so large that it creates enough water every day to fill the Earth's oceans 60 times over. Water, created in these stellar nurseries, becomes a source of new planetary systems [5].

How did water arrive on the Earth?

Comets and asteroids are debris left over from the formation of our solar system which are rich in water. Over billions of years, countless comets and asteroids have collided with the Earth, enriching our planet with water. Recent observations show that ice and probably liquid water exist inside asteroids and comets [1].

Oceans of the Earth

Most of our planet (79 %) is occupied by water. The Earth's oceans contain about 97 % of all the planet's water, glaciers — 2 %, groundwater, rivers and lakes comprise about 1 %. Besides, all known on the Earth minerals and living organisms are composed of water. According to various estimates, the share of fresh water in the total amount of water on the Earth is 2.5% -3 % [2].

Monitoring oceans on the planet

Currently, there is an increase in the concentration of greenhouse gases in the atmosphere, resulting in an increase of the global temperature. This entails the melting of glaciers. Experts estimate that the sea level rises by 3 millimeters each year.

The Earth's oceans are abounding with diverse life, which creates changes in ocean color that are visible from space. Unicellular algae, flowering plants, phytoplankton color the oceans and show the structure of complex marine ecosystems.

Oceans of our solar system

Previously, it was believed that the oceans exist only on the Earth, but the launch of probes into space and images from high-precision satellites make it possible to assume the presence of huge ponds on other planets.

Scientists suggest that «Europe», one of the Jupiter's moons, has water. Probably it's hidden under a thick crust of ice covering the satellite. The temperature on the surface of «Europe» reaches minus 142 degrees Celsius, while the internal temperature can be high enough for the existence of liquid water under the crust. It is believed that this internal heating is caused by the influence of Jupiter [3].

«Ganymede» is the largest moon in our solar system. Today, there is already a lot of evidence to suggest that the «Ganymede» has a deep, underground salty ocean. According to some reports, the ocean can be about 100 kilometers deep, which is much deeper than any ocean on the Earth [6].

Conclusion

Water is a unique source of life on the Earth. People have always strivento be close to the banks of rivers, ponds, seas, etc. A person consists of 80 percent of water; it regulates many physiological processes in the body. All biological beings have water in their composition. This is the most necessary element of wildlife. Water constantly circulates between the seas, atmosphere and land, creating conditions in which life can exist and develop. People cherish the idea not to lose this chance.

Referenses:

1. Научно-популярный портал о тайнах возникновения жизни, вселенной, человека. URL: https://originof.ru/water/ (дата обращения: 17.02.2019).

2. Новиков Ю. В., Сайфутдинов М. М. Вода и жизнь на Земле. М.: Наука, 1981. – 184 с.

3. So, You're Still Interested In Astronomy? URL: https://astronaut.com/youre-still-interested-astronomy-4/ (дата обращения: 17.02.2019).

4. Когда во Вселенной зародилась вода? URL: https://v-kosmose.com/kogda-vo-vselennoy-zarodilas-voda/ (дата обращения: 17.02.2019).

5. Вода в Орионе. URL: http://www.astronet.ru/db/msg/1194931 (дата обращения: 17.02.2019).
6. The solar system and beyond is awash in water. URL: https://phys.org/news/2015-04-solar-awash.html (дата обращения: 17.02.2019).

Миссия коснуться Солнца

Качура А.В.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
annakachura00@gmail.com

The scientists have been long working on the problem to investigate the solar phenomena. Sun is a primary source of the Earth's light and heat, as well as the source of life. The mission for deeper exploration could be carried out by the solar probe. The Probe will study how energy and heat go through the corona and study what makes the solar wind accelerate and influence the planets.

Living with a star

Sun affects the Earth not only as a source of heat and light. The phenomena taken place on the Sun’s surface and its atmosphere have also great influence on the planets. The solar wind is a stream of charged particles ejected from the upper atmosphere of Sun. They move at the velocity of 400 km per second to the Earth from Sun. Disturbances in the solar wind can shake our planet's magnetic field and pump energy into the radiation belts, triggering a set of changes known as space weather. Space weather can affect satellites, changing their orbits, interfering in their electronics, or shortening their lifetime.

Understanding how the solar wind and space weather influence the environment is very important as people are striving for exploration of Moon, Mars and deep space.

Solving decades-old mysteries

The Parker Solar Probe tries to solve two mysteries of solar atmosphere.

The first is the mystery of the corona's high temperatures. Scientists don't understand why temperatures of the corona are higher than temperatures at the Sun’s surface. They are anxious to learn this secret of Sun.

The second mystery is the solar wind. The fast hot wind drives charged particles, but its origin remains unknown. There is no streamlined wind near the Sun's surface, but in the time it hits the Earth. Scientists think that the Solar Probe mission can help to determine the driving force that makes wind accelerate.

Fire and ice

The mission is expected to include 24 orbits around Sun over a period of seven years. The spacecraft will make 7 gravity maneuvers using the gravitational field of Venus. The Parker Solar Probe fly-by will be at the distance of 6 million kilometers.

When the probe moves through the solar corona for the first time, it will perform measurements and images that will help to change humanity comprehension of the corona and the solar wind.

Cutting-edge thermal engineering advances will allow to build of a 4.5-inch thick, 8-feet diameter carbon shield that will protect the spacecraft and its instruments against the heat and energy of the Sun’s outer atmosphere, the corona, through which the spacecraft will fly.

At closest approach to Sun, the front of the probe's solar shield will endure temperatures approaching 2,500 degrees.

Before reaching the hot solar environment, the probe will need to pass through space at freezing temperatures. Pressurized water helps to cool the spacecraft because the water pressurization raises its boiling point. And heated water from batteries saves devices from freezing in space.

The spacecraft is equipped with new software that helps it to make adjustment without the help of engineers on the Earth. This is done to protect the probe because the signal from the Earth to Sun travels 8 minutes.

Conclusion

In conclusion, it is necessary to note that understanding the processes which occur on the surface of Sun and in its atmosphere are important for humanity. It is due to the fact that Sun is a source of life on the Earth, and the solar phenomena affect all the planets of the solar system. In this regard, the mission which the Parker Solar Probe performs will help the scientists to understand Sun phenomena.

Referenses;

1. Официальный сайт газеты USAtoday // URL: https://www.usatoday.com/story/tech/science/2018/08/01/parker-solar-probe-new-nasa-mission-touch-sun/879882002/ (дата обращения: 14.02.2019)
2. Официальный сайт НАСА // URL: https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/nasa-prepares-to-launch-parker-solar-probe-a-mission-to-touch-the-sun (дата обращения: 14.02.2019)

3. Официальный сайт NewWorldEncyclopedia // URL: http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Solar_wind (дата обращения: 14.02.2019)
4. Официальный сайт Space.com // URL: https://www.space.com/40437-parker-solar-probe.html (дата обращения: 14.02.2019)

Использование солнечной энергии для небольших автономных БПЛА и удешевление их производства

Ковальджи К.В., Чуфирин И.А.
Научный руководитель — Журавлева М.А.
МАИ, Москва
nosorogje@gmail.com

В работе дается синопсис студенческого проекта по разработке беспилотного летательного аппарата (далее - БПЛА). Приводятся примеры коммерческого использования БПЛА из опыта различных компаний, эксплуатирующих аналогичные изделия. Описывается экономическая эффективность использования беспилотной авиации, а также перспективы развития данного направления. Определяются проблемы, связанные с использованием существующих типов БПЛА. Излагается цель разработки, указываются предлагаемые методы решения перечисленных проблем.

В докладе описывается алгоритм работы над проектом, включающий в себя два основных этапа: научно-исследовательскую работу и проектирование изделия.

На этапе научно-исследовательской работы предполагается постройка уменьшенной и упрощенной модели БПЛА аналогичной схемы. Целью первого этапа работы является проведение статических и летных испытаний, анализ статистических данных и разработка программного обеспечения.

Второй этап включает в себя предварительное проектирование, детальное проектирование и подготовку к производству. В свою очередь предварительное проектирование включает в себя проработку внешней и внутренней компоновки, а также структурную оптимизацию. В качестве примера приводится ряд общих решений, предлагаемых для внешней и внутренней компоновки, а также описывается мотивация для принятия этих решений.

Детальное проектирование подразумевает параметрическую оптимизацию и разработку технической документации. Подготовка к производству включает в себя в первую очередь натурные испытания изделия. Стадии сертификации и серийного производства предлагается опустить, так как проект является учебно-научным.

С целью обоснования целесообразности разработки приводятся примеры аналогичных разработок, выполненных зарубежными энтузиастами и научно-исследовательскими коллективами. Дается краткое описание результатов перечисленных разработок, летно-технических характеристик приведенных изделий.

В завершение доклада дается оценка перспективности проектируемого БПЛА, а также описание предлагаемых вариантов использования изделия в коммерческих целях и ограничения в эксплуатации, связанные со спецификой изделия.

Список литературы

1. Gundlach J. Designing Unmanned Aircraft Systems: A Comprehensive Approach, Second Edition, AIAA Education Series, 2014.
2. Чернобровкин Л.С. Выбор основных параметров рекордных планеров, Гособоронгиз, Москва, 1954.
3. Паневина А.В., Глоткина А.А. Через тернии к звёздам. В сборнике: Неделя студенческой науки Факультета иностранных языков МАИ (НИУ), посвящённая 55-летию полёта Ю. Гагарина сборник докладов. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2016. С. 332-336.
4. Комаров В.А. Конструкция и проектирование несущих поверхностей летательных аппаратов: Учебное пособие. Самарский государственный аэрокосмический университет. Самара, 2002. 96с.
5. Вислов И.П. Проектирование самолета и его агрегатов: Учебное пособие. Самарский государственный аэрокосмический университет. Самара, 1996. – 76с.

Пути повышения эффективности изучения английского языка для студентов аэрокосмических специальностей (на базе англоязычных источников)

Кожемякина А.Ю.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
a.u.kozhemyakina8@gmail.com

Развитие глобальной мировой экономики, быстрый обмен информацией и товарами с помощью интернета, стремительное перемещение идей ведет к изменению требований рынка к профессиональным компетенциям инженера.

Авторы анализируют методические (способы передачи знаний), лингвистические (аэрокосмическая лексика), профессиональные (компетентность инженера) и психофизиологические аспекты заданной темы. К примеру, возможностям нейродидактики уделено особое внимание.

Также проводится анализ условий изучения иностранного языка в большинстве российских технических вузов на современном этапе: ограниченное количество аудиторных часов, преобладание грамматико-переводного метода, работа в формате "преподаватель-студент", невозможность применить знания иностранного языка в профессионально-ориентированных условиях.

В исследовании указываются следующие проблемы:

1. При подготовке будущего инженера в вузе английский язык выступает только инструментом для изучения литературы по специальности или работы с технической документацией. Практике разговорной речи для студентов технических вузов уделяется мало внимания.

2. Нет условий для формирования навыка диалогической речи (особенно в спонтанных условиях речевых ситуаций реальной жизни). Именно в условиях ограничения словаря рамками профессиональной лексики растёт важность таких умений, как: грамотно ответить на вопросы по теме доклада, обсудить с коллегами-изобретателями последние новости, заказать в интернет-библиотеке научные издания, провести онлайн конференцию, т.д.

3. Недостаточно учитывается социо-психологический аспект личности студента-инженера в контексте предлагаемых жизнью требований владения английским языком. Известная интровертность, неторопливость «технарей», их склонность к формализации суждений и логике не учитываются при формировании запроса на владение коммуникативными навыками: клиповость подачи высказываний, внешняя эффектность говорящего.

Также особое внимание в исследовании уделяется эффективности учебного процесса, в частности, формированию коммуникативной компетенции в её профессионально направленном аспекте (язык научных материалов авиационной и космической направленности). Показываются приемы, позволяющие студентам, будущим инженерам, развивать отдельные аспекты своей речевой деятельности.

К примеру, навыки чтения технической литературы на иностранном языке формируются путем систематических упражнений на перевод отдельных фрагментов текстов (патентов, инструкций) с постоянным пополнением словарного запаса по узкой теме специальности.

Использование приемов situatedlearning (обучение в особой ситуации) позволяет смещать акцент на ситуацию сотрудничества, взаимодействия. Сдать преподавателю очередной блок выученной лексики можно в форме группового соревнования, импровизированной дискуссии, что эмоционально будет способствовать процессу мышления и запоминания.

Collaborativelearning – совместно сделанный продукт – позволяет и преподавателю, и студенту не просто выслушать монолог по теме «Theprincipalfeaturesofliquidpropellantrocketengines (RD-180 vsRaptor)», но в форме специально организованной дискуссии оценить мнения сторон (конечно же, лексика в "споре" теме должна быть выучены студентами заранее, и представленна на проверку в иной форме).

В исследовании особое внимание уделяется когнитивным особенностям мозга, абстрактные модели поведения, экспериментальные приемы моделирования ситуаций на занятиях. Ставится вопрос о получении знаний через опыт, связанный с психо-социальными особенностями. К примеру, отработка темы по грамматическому строю сложных синтаксических конструкций, характерных для технического английского языка, может проходить не в аудитории, а в ангаре, в непосредственной близости к летательным аппаратам, когда материал сдаётся в форме импровизированной «экскурсии» на иностранном языке. Такая форма работы - пример имплицитного неопосредованного обучения, при котором знания усваиваются «незаметно». Прием создания психо-эмоциональных условий для активной познавательной работы мозга можно использовать в условиях эксплицитного (осознанного)

обучения, проведя фрагмент «занятия» по техническому переводу в Музее МАИ, когда преподаватель оказывается в роли посетителя, а студенты – в роли экскурсоводов.

В исследовании подчеркивается, что всем известный дидактический принцип «трех ка» (коммуникация, координирование, кооперация) должен быть активно использован при овладении будущими инженерами иностранным языком. Делается вывод о необходимости привлекать современные научные знания и практики в обучении студентов аэрокосмических специальностей.

The role of English in aircraft industry development

Колбасов В.Н.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Макарова В.А.
МАИ, Москва
vsvkolbasov@gmail.com

The research is aimed at analyzing and assessing the influence of English on student academic performance in aviation field and on their future job in aircraft industry. It is obvious that English is one of the most common languages in the world. English is everywhere: it is the language of business, it is the language of scientific communities and it is the language of Internet. It is also a language of communication between peoples from different countries that helps them easily understand each other. The analyses revealed that there are about 500 million English native speakers around the world and over 1.5 billion people speak English (including those who speak it as a second official language). A few words about the reasons why English has become a world language of business, science and communication. It has happened because English is rather easy language to be learned: it is based on a simple 26-letter alphabet, it has no gender concept and simple case concept.

It is noted that aviation specialists and researchers are required to be competent in English as it's the source to get the up-to-date information in their field of study and work. The main part of world aviation corporation is located in English-speaking countries (for example, Lokheed Martin comes first, Boeing comes second and BAE Systems is in third place). Unluckily there is no any Russian corporation in the top ten aviation companies. Consequently the main aviation specialist-experts don't speak Russian but speak English and as a result most professional literature in aviation field (articles, books, researches and so on) can only be found in English. It often takes time to have it translated into Russian and sometime it will never be translated.

During data collection some aviation experts (specialists and engineers from different design engineering department such as MiG, Sukhoi, GosNIIAS) were interviewed regarding importance of English language in their professional activity. Their opinions are similar. For any defense enterprise English is less important because defense-industrial sector is mostly focused on domestic needs and specialized in highly-classified matters on the secret list. But in the case of export it is still required to translate into English documents, maintenance guides, operational manuals, instructions as well as control display unit signs and voice massages. It is quite apparent that communication with foreign specialists will be much more comfortable if you can talk or correspond without interpreter's and translator's help.

On top of that a good command of English is one of the most important things and your advantage at the job interview at any commercial enterprises. The language proficiency can help you to get a promotion or to get a better payment and benefits. Besides English language is the "language of science" as the main part of all researches and developments are made in English. Consequently English allows you to reach the first-hand scientific technical information and be on the cutting edge in aviation field. Using the latest scientific achievements with help of English can improve your professional skills and enrich your job knowledge so that will make you a desirable employee in every company.

In conclusion I'd like to say that learning English at university is very important for the future career of any student. Unfortunately many students underestimate the importance of this subject that, in my opinion, is as important as other special subjects.

Доступность тренажёрной подготовки персонала по техническому обслуживанию воздушных судов

Коннин Р.Н.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Савелов А.А.
МГТУ ГА, Москва
Rosteck.k@gmail.com

Every day the role of civil aviation in people's lives increases and so does the amount of air transportation. Accordingly, the number of employees in the field of civil aviation is extending. It is necessary to maintain a high level of qualification of airport personnel. For this purpose, various air simulators were created. But in the modern world, the cost of these devices is very high, so there is a need to create affordable simulators and materials for training air staff.

The flight simulators for a personal computer will serve as the basis of the simulator. The information processing center for input /output devices is the "Arduino" platform. “Arduino” is an open-source electronic platform based on easy-to-use hardware and software. Arduino consists of a physical programmable printed circuit board (microcontroller) and software. Link for communication between physical devices and computer simulation is a variety of software and plug-ins that have a convenient and intuitive interface for setting up Input/output devices. Their main task is to export the readings from the Arduino Board to the computer and import data back. Since the simulator device does not require any programming skills, and the price of components is low, then the only skills to be obtained to create simulators are electric soldering and capability to design various extensive panels of aircraft cabin devices.

The advent of such simulators will increase the personnel training capacity and will also improve the aircraft maintenance staff work performance.

Methods of electronic layout control to ensure the information integrity at various stages of the aircraft life cycle

Константинов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Теплов Ю.А.
МАИ, Москва
ilyakonstantinov39@gmail.com

The object of the study is an electronic layout of a civilian modern aircraft.

The modern requirements of the aviation, space, shipbuilding and other engineering industries are such that developers, manufacturers and operators of technically-complex products require a complete digital representation with design-technological and operational documentation attached to it.

Integration of the work of specialists due to the information interaction of all the participants of the life cycle and the standardization of the information description of the product required to organization next steps and approaches:

Creation of a single information source for designers, manufacturers and operators from interrelated design, technological and operational data presented in electronic format and necessary for the manufacture, control, assembly, operation, repair, modernization and recycling of the product;

Development of standards and methods for managing product data and issuing documentation;

Information support due to such presentation of information, which is easily and unambiguously perceived by all participants of the life cycle of the product;

Registration and management of changes in the product;

Product configuration management.

The proposed solution is a digital model of a product containing three-dimensional representations of the components of a technically complex product, information about the product as a whole and its constituent parts, including: data on the availability and logistics of material and technical resources to ensure the repair and maintenance of the product; data on the comments on the work of the systems and the process of their elimination; data on the resource and operating time by components and systems.

Modern production in the aviation industry is unthinkable without the use of digital models. However, the extensive use of digital layouts can give rise to a number of serious tasks and problems.

One of these problems is the problem of ensuring the integrity of information. Information integrity can be distorted through two aspects:

- Illegal actions of persons
- Technical distortion of information

As mentioned above, there is a serious problem of technical distortion of information. There may be several reasons for this distortion and they will all be considered as part of this work.

Since the object of study is a modern civil aircraft, a promising life-cycle management system has been introduced and introduced for such aircraft. At each stage of the life cycle, a certain package of information is available and a corresponding electronic layout. The most dangerous condition for information is the moment of transition from one stage to another; it is such a transition that takes place at the transition to the next gate.

The main threats to information security and the normal functioning of information systems include:

leakage of confidential information;

compromising information;‑

erroneous use of information resources [1, p. 10].

To eliminate and prevent information threats of a different nature, a clear system of incident control should be built, which should be based on requirements that take into account the opinion of all owners of the involved business processes [2, p. 61-66; 3, p. 568-571]

Information protection means is a combination of engineering, electrical, electronic, optical and other devices and devices, devices and technical systems, as well as other real elements used to solve various problems of information protection, including leakage prevention and security protection information.

Today, there are many methods to ensure the integrity of information, as well as methods of data protection and storage. As was shown above, the goals and objectives of this work combine all sorts of algorithms into a single set of tools.

The relevance of this work is that it collects all the approaches to the management of the life cycle of the aircraft, a comparative analysis of the existing schemes, highlighting the key stages and work on them.

Referenses:

1. Ahmetova N. O. Osnovnye metody zashhity informacii na predprijatijah (The main methods of information security at the enterprises) // V sbornike: Aktual'nye voprosy v nauchnoj rabote i obrazovatel'noj dejatel'nosti sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 10 tomah, 2015, pp. 9–11.

2.Jakovenko N. V., Komov I. V., Didenko O. V., Drobyshev E. A. Konceptual'nye aspekty formirovanija i razvitija klasterov v social'no-jekonomiko-geograficheskoj sisteme regiona (Conceptual aspects of formation and development of clusters in social and economical and geographical system of the region), Problemy regional'noj jekologii, 2015, № 6, pp. 61–66.

3.Poddubnaja Z. V. Problemy ustojchivogo razvitija molochnogo skotovodstva (Problems of a sustainable development of dairy cattle breeding), Jekonomika i predprinimatel'stvo, 2015, № 9-2, pp. 568–571.

Особенности образования русскоязычной аэрокосмической терминологии и её взаимосвязь с французским профессиональным аэрокосмическим языком

Кураева К.Р.

Научный руководитель — доцент, Ременникова И.А.

МАИ, Москва

ksyu.kuraeva.00@mail.ru

Каждая область науки и техники формирует свой профессиональный язык, который берёт истоки из общеупотребительной лексики. Аэрокосмическая промышленность предполагает также наличие определенной терминологии, необходимой для осуществления профессиональной коммуникации. Россия и Франция являются стратегическими партнёрами, и благодаря своему сотрудничеству ежегодно представляют миру инновации в различных областях промышленности, в том числе и в аэрокосмической. В результате в профессиональной лексике происходит непрекращающаяся замена старых и образование новых терминов.

Основным методом пополнения аэрокосмического профессионального языка является заимствования. 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.

Обозначим основные признаки французских заимствований:

1. -начальная гласная а или э: (элевон- фр. élevon);

2. -префиксы ин-, де-, ре-: (демонтаж- фр. demontage);

3. -партикулы аван-, арьер-, контр-, нон-: (авангард- фр. avant-garde);

4. -буквосочетания уа, юа, фл, гл, ль: (аттенюатор, флюид, глиссада, вольтаж- фр. atténuateur, fluide, glissade, voltage);

5. -конечные сочетания -аль, -ель, -ер,-ор, -он, -анс, -ант, -аж, -яж: (аппарель, кокиль, инжектор, лонжерон, литраж, камуфляж, резонан- фр. appareil [-ej], coquille [-ij], injecteur, longeron, litrage, camouflage, résonance);

6. -конечные гласные ю, и, о, е: (ассюре, гало, пике, шасси – фр.assurer, gallo, piquet, chassis)

Существуют два основных способа графического оформления: трансфонирование и трансформирование. В первом случае происходит сокращение графической формы: непроизносимые конечные согласные (t, b, s, d, t, c) (проф. жаргон: батан – battant, m. (истребитель), ранверсман– renversement, m. (разворот), гласная “и” после q (пикетаж–piquetage, m. (закрепление особыми знаками трассированной железной дороги), каскет – casquette, f.(колпачок).

Во-втором случае, слова изменяют не только внешний облик, но и морфологическую членимость: авиетка– aviette (f), canonnière (f)– канонерка, gâchette (f)– гашетка (пружина для спуска курка у стрелкового оружия).

Так же, одним из продуктивных методов пополнения терминов является «суффиксация». В процессе заимствования сохраняются иностранные морфемы или добавляются русские аффиксы: escadrille [-ij] (-a)– авиационная эскадрилья.

В результате многолетнего сотрудничества Россия и Франция обмениваются не только новыми технологиями, но и лексическими элементами. Общетехническая, военная и авиационная терминология французского языка, проходит стадию чужеродной лексики, а затем реализует успешную адаптацию в системе русского языка, что объясняется психологическим восприятием иностранной лексики носителями языка.

Ознакомление с этими особенностями адаптации иноязычной терминологии играют большую роль в процессе обучения и самообучения переводу аутентичной французской литературы вышеуказанной тематики.

Список литературы

1.Мультитран. Онлайн-словарь. URL: https://www.multitran.ru/c/m.exe?l1=4&s (дата обращения: 20.02.2019).

2.Gufo.me. Словари и энциклопедии. URL: https://gufo.me/dict/frru (дата обращения: 20.02.2019)

3. Словарь онлайн. URL: https://www.webtran.ru/ (дата обращения: 20.02.2019)

Критические этапы полета в соответствии со статистической сводкой происшествий с коммерческими реактивными самолетами

Кутовая А.С.
Научный руководитель — Кожевникова И.Д.
МГТУ ГА, Москва
kutovaya.anya@yandex.ru

Most of the accidents over the last 20 years happened during approach and landing phases. The percentages of accidents happening in approach and landing highlight that these phases are operationally complex with high crew workload, which can be further aggravated by disadvantageous weather or traffic conditions.

According to the analysis of commercial jet airplane accidents, the approach and landing stages are the most dangerous stages of flight. The most common reasons of commercial jet airplane accidents are as follows: strong wind prevents to set the correct trajectory for landing. If the wind ceases abruptly, the plane may abruptly dive down or bank to the side (only a pilot can land a plane based on personal experience);

Visibility is another danger. Pilots have a special training session, during which they land an aircraft in conditions of limited visibility, for example, in fog. They should regularly confirm this skill in practice;

The coefficient of aircraft undercarriage grip and lane coverage also matters. This indicator is influenced by temperature, humidity and condition of the runway;

Also short flights and flights can lead to accidents. The pilot must land the plane on the marks exactly.

In this way, it is not a surprise that the largest percentages of both fatal accidents and hull losses are seen to occur during approach and landing. Approach and landing are very difficult phases of flight which place significant demands on the crew in terms of navigation, aircraft configuration changes, communication with Air Traffic Control, and frequently in responding to congested airspace or degraded weather conditions. This confluence of high workload and the increased potential of unseen circumstances is exactly the kind of complex interplay of contributing factors that can lead to accidents.

Referenses:

1. Dmitry Mamontov. Secrets of airliners: forward and upward // Popular mechanics. 2005. 4.

2. A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2017. Airbus, 2018

Современные проблемы российской гражданской авиации

ЛатыповА.Д.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Волкова Е.Б.
МАИ, Москва
sashalatypov@inbox.ru

Проблемы гражданской авиации в России отражаются прежде всего на экономике отечественных авиакомпаний. Необходимость закупки иностранных деталей, низкий платежеспособный спрос населения и нехватка квалифицированных пилотов, агрессивная таможенная политика на закупку иностранной техники – всё это приводит к существенному снижению рентабельности и конкурентоспособности российского авиационного бизнеса.

Проблемы есть и в российском авиастроении. Отечественные самолеты состоят преимущественно из иностранных запчастей, что усложняет замену деталей и, как следствие, приводит к убыткам для авиакомпаний. Компаниям невыгодно пользоваться российским авиатранспортом. На данный момент доля иностранных самолетов в отечественных авиапарках составляет около 80%.

Можно выделить несколько причин сложившейся ситуации, такие как распад СССР, разрозненность конструкторских бюро, неэффективность единой системы управления объединенным воздушным движением, акцент на военную отрасль и низкие зарплаты пилотов. Практически 35% компаний ведут убыточную деятельность, что при быстро растущем рынке приводит к большим долговым нагрузкам.

Авиатранспорт является перспективным и одним из самых быстроразвивающихся видов перевозок, и для решения возникших задач необходима финансовая поддержка гражданского авиастроения со стороны государства, отмена таможенных пошлин, централизация конструкторских бюро, соответствие международным требованиям, увеличение заработных плат для привлечения высококвалифицированных сотрудников.

На сегодняшний день осуществляются действия по устранению проблем, в том числеи выделение бюджета на поддержку авиатранспорта как перспективного транспорта и расширение российского авиапарка.

В долгосрочной перспективе решение этих задач ляжет на будущих специалистов и инженеров в области авиации, в том числе и на нынешних студентов Московского авиационного института. Осознание положения дел на данный момент и своевременное решение проблем отрасли выведет гражданскую авиацию России на современный конкурентоспособный уровень.

Список литературы

1. Коряжнова Е.Н., Глоткина А.А. Управление рисками в авиации // Неделя студенческой науки Факультета иностраных языков МАИ (НИУ), посвящённая 55-летию полёта Ю. Гагарина. Сборник докладов. – М.: Перо, 2016. – С. 327–331.

2. Кошаташян А.О., Борисова Е.В. Сертификация гражданских самолетов //Гагаринские чтения – 2018: Международная молодёжная научная конференция: Сборник докладов: М.; Московский авиационный институт (НИУ) 2018. – С. 196–197.

3.Поднебесная А.Ю., Коломоец Е.Н. Роль человеческого фактора в повышении конкурентоспособности предприятия ракетно-космической отрасли//Гагаринские чтения – 2018: Международная молодёжная научная конференция: Сборник докладов: М.; Московский авиационный институт (НИУ) 2018. – С. 308–309.

Компьютерные технологии в авиационной сфере

Левшов А.В.
Научный руководитель — Картушина Н.В.
МАИ, Москва
Enot01@list.ru

Nowadays computer technologies play a great role in every sphere of our lives. They give us an opportunity to get a distance education, to communicate with different people all over the world, to prepare students for their future work, to retrain already working people to up-to-date equipment or can help to keep skills on the required level.

Needless to say that computer technologies are used in aviation sphere. They help to engineer new aircraft using 3D modeling, to find out structural weakness of a plane, helicopter and ect. One of the important ways of using computer technologies is using computer simulation. Many countries create Full Mission Simulators

or FMS (device that artificially re-creates aircraft flight and the environment it flies in, for pilot training, design, or other purposes) that help to get necessary knowledge skills before a real flight.

For example, FMS with spherical system of visualization is widely used in training centers in Russia, The cabin of this FMS is equal to the cabin of modern MiG-29 type light fighter.This feature helps future pilots to get used to their future planes. Such simulators are able to reconstruct different weather (from sunny day till storm) and external factors (like cloud, precipitation, turbulence). While training the FMS can model abnormal situations to prepare future pilots to such situations. The functional of this FMS is able to model combat missions like dogfight or attacking ground targets. By the way, this helps to save much money because there is no need to use real ammo or outboard weapons (bombs, missiles) that cost too much.

But not only students of training centers can use FMS. As you know that the progress does not stand still and everything becomes obsolete. Aircraft is not an exception. Nowadays the development of technologies stimulates planes, helicopters and other flying machines to become more complicated because of inclusion more devices to the dashboard. So skills that could be usefull earlier are not always necessary now. To cut a long story short, an aviator has to know the flying machine. Using such simulators is the easiest way that can help experienced pilots to master a new modern aircraft and keep the level of skills without wasting resources of planes, helicopters and ect.

In conclusion I can say that it is just one way of using computer technologies in aviation but we can understand that they are really useful in this sphere, because technologies hrlp people to keep skilled and well-trained.

Referenses:

1. Flight simulator. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Flight_simulator (датаобращения: 23.01.2019)

2. Комплексный тренажер самолета Миг-29 (ИЦ РСК МИГ). URL: http://www.dinamika-avia.ru/product/classifier/detail.php?id=394 (дата обращения: 23.01.2019)

3. «МиГ» представит на авиасалоне МАКС 4 самолета, тренажер и прототип.
URL: https://военное.рф/2015/Макс9/ (дата обращения: 23.01.2019)

Особенности перевода названий и содержания патентов аэрокосмической направленности (по материалам англоязычных источников)

Логинова В.М.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
miss.lerochka98@yandex.ru

Инновации в науке и повышение уровня развития производительных сил ведут к быстрому развитию изобретательства, проявлению интеллектуальной деятельности. Результатом этого процесса является ежегодное значительное увеличение количества выдаваемых в мире патентов и документов, подтверждающих новые открытия. Патентная литература имеет свою специфику и характерные признаки, которые нужно учитывать для более правильного и точного перевода.

Патент на изобретение - это уникальная авторская заявка на признание абсолютной новизны изобретения, и патент необходим для защиты прав интеллектуальной деятельности и труда.

В данном исследовании показаны отличительные черты перевода англоязычных патентов, такие, как точность подбора переводческих соответствий к иноязычным терминам, четкое следование техническому языку дисциплины, соответствие нормам перевода, детальная логика описания, информативность.

В исследовании показано, что патенты являются официальными документами, удостоверяющими право, авторство и приоритет изобретения, а также составляют техническое описание работы устройства и реализации, поэтому они относятся к официально-деловому и научно-техническому стилям. Эти факторы требуют от переводчика особых навыков, так как ошибки могут привести к проблемам, касающимся экспертизы заявки патента, исправлению содержания документа, а также проигрышу в патентном споре.

Отмечается, что для патентов характерно строгое композиционное оформление, широкое использование клише, речевых штампов, многочисленных канцеляризмов и архаизмов. В содержании патентов используются технические термины, подробные схемы, наглядные графики и сборочные чертежи.

Поэтому переводчику патентной литературы необходим не только опыт накопления словарного запаса по узкоспециализированной патентной лексике, но и одновременное владение терминами по научному и официально-деловому стилю, юридической лексике. Также нужны навыки чтения чертежей и схем.

Переводчик патентной литературы должен быть знаком не только с терминологией по специальности, но и владеть сопутствующей информацией по теме. К примеру, знать, что существуют разные виды патентов - в Российской Федерации выдаются патентные свидетельства на изобретения, промышленные образцы и модели, и патентованием занимается Роспатент (Федеральная служба по интеллектуальной собственности, ФСИП).

В исследовании показано, что значительную роль при переводе технической документации с английского языка на русский играет контекст. Именно поэтому понимание переводчиком особенностей технического текста позволяет правильно и грамотно работать с содержанием патента.

Авторы исследования уточняют, что есть определенные детали в процессе перевода патентной литературы. К примеру, некоторую сложность составляет употребление тавтологизмов и многозначных слов.

Особое внимание в данной работе уделяется особенностям перевода текстов аэрокосмической направленности, к приперу: «Iaimtocreatevacuum» - «Цель изобретения — создать вакуум», «Thepump'splatformisconnectedwiththepistonandmovestherewith» - «Платформа насоса соединена с поршнем и двигается вместе с ним».

Использование формы первого лица характерно для англоязычных патентов, однако, при переводе на русский язык, наблюдается грамматическая трансформация: «Myinventionisdirectedtoagas-turbinecombustionchamberwalls...» - «Изобретение относится к изменениям давления на стенки камеры сгорания газотурбинных двигателей...».

В исследовании подчёркивается, что тексты патентов с точки зрения грамматики отличаются особым синтаксическим строем: наличием конструкционно сложных предложений, объемных причастных оборотов, затрудняющих перевод синтаксических единиц. Например: «...duetothetransitiontoturbulentflowoccurringneartheleadingedgeathighliftcoefficients…» - «...вызванный переходом воздушного потока в условия турбулентности, наблюдаемой в зоне ребра атаки крыла и изменения коэффициента подъемной силы...».

Грамотный перевод патентов аэрокосмической направленности является важным элементом в дальнейшей работе инженеров сматериалами по аэрокосмическим технологиям.

Делается вывод о необходимости владения особыми навыками при переводе названий и содержаний патентов аэрокосмической направленности. Указывается, что данные навыки студентам технических специальностей следует приобретать во время обучения в вузе.

Вопросы лингвистики в индустрии 4.0

Макарова К.И., Лапшина Е.В.
Научный руководитель — Банкожитенко Е.В.
МАИ, Москва
karina-makarova-99@mail.ru

Последние двадцать пять лет ознаменовались прорывом в области цифровых технологий. Основным драйвером развития стала всемирная сеть интернет. Постоянное ускорение процессов передачи и рост объема данных заставляет человечество адаптироваться к новой реальности и успевать за ней. Все цифровые технологии развиваются в своем направлении, в зависимости от специализации задач. Настало время упорядочить основные направления развития и заключить их в некую концепцию. Так, первыми сформулировали немецкие специалисты видение нового промышленного развития, впоследствии названного «новой промышленной революцией – Индустрией 4.0».

Основой «Индустрии 4.0» является цифровизация всего, что окружает нас, а также связанных с этим процессов. В настоящее время, учитывая существующий уровень развития технологий, сформулированы следующие компоненты четвертой промышленной революции: интернет вещей, дополненная реальность, интегрированные системы, автономные роботы, облачные вычисления, кибербезопасность, аддитивные технологии, моделирование (имитация).

Основой вышеперечисленных элементов «Индустрии 4.0» является оцифровка всего вокруг. Если это касается объектов, существует достаточно много методов и инструментов оцифровки, но, если говорить о процессах – это сложный процесс. Чтобы представить в цифровом виде какой-либо процесс, необходимо его детальное понимание, учет целей и задач, вариантов (сценариев) развития и возможные результаты. Без цифрового воспроизведения процессов невозможно запрограммировать «реальность вокруг себя». Но это все, что мы сейчас понимаем и знаем о путях и способах цифровизации. Интереснее заглянуть немного в будущее и очутиться в уже оцифрованном мире, где

существуют цифровые двойники всех физических объектов и хоты бы упрощенные цифровые модели процессов и явлений.

Итак, мы пребываем в настоящем цифровом мире. Что нам требуется для ежедневного существования в такой реальности – это интерфейс, инструмент общения с этой системой. Это замечательно, как Тони Старк из Железного человека, общаться с Джарвисом (или позже с Пятницей) как с живым человеком, поручая этому электронному «сознанию» рутинные задачи и заботы, а также сложные и непонятные поручения. И тут возникает один из основных вопросов развития человечества – искусственный интеллект. Сегодня человечество существенно продвинулось в области нейросетей и машинного обучения. Но все еще остается много вопросов в области философии и лингвистики. Эти вопросы являются локомотивом развития современных направлений лингвистики, таких как: компьютерная и корпусная лингвистика, дискурсология, социолингвистика. Наверное, когда-нибудь одним из новых направлений будет роболингвистика.

Основные мировые державы приняли в качестве стратегии своего промышленного развития концепцию «Индустрии 4.0». При этом каждая страна определила задачи в рамках данной стратегии на основе своих внутренних потребностей и проблем. В частности, Испания основным адресатом новой технологической революции определила средний и мелкий бизнес, следовательно, важным фактором успешной реализации является локализация. Испанский язык, как и любой другой, имеет свои лингвистические особенности.

В настоящей статье предлагаем рассмотреть направления современной лингвистики в рамках развития четвертой промышленной революции в части испанского языка.

Список литературы

1. Лапкин Е. «Индустрия 4.0»: Умные технологии — ключевой элемент в промышленной конкуренции. М.: Остек-СМТ, 2017. — 224 с.

2. Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики // под ред. Армина Рота. М.: Техносфера, 2017. -294с.

3. Юдина М.А. Индустрия 4.0: перспективы и вызовы для общества. Государственное управление. Электронный вестник. 2017. № 60. С.197-215.

4. Digital Transformation Monitor Spain: Industria Conectada 4.0 January 2017

5. Rehm G., Uszkoreit H. (eds.). The Spanish Language in the Digital Age. Berlin - Heidelberg: Springer, 2012. – 79 p.

6. Advances in Speech and Language Technologies for Iberian Languages. Third International Conference, IberSPEECH 2016, Lisbon, Portugal, November 23-25, 2016, Proceedings.

7. ШвейцерА.Д., НикольскийЛ.Б.Введениевсоциолингвистику. Учебное пособие. — М.: Высшая школа, 1978. – 216 с.

9. Матвеева Г.Г., Ленец А.В., Петрова Е.И. Основы прагмалингвистики.М.:Флинта, 2013. – 232с.

10. Внедрение и развитие Индустрии 4.0. URL: http://www.technosphera.ru/lib/book/506 (дата обращения: 10.02.2019)

Как изменился английский язык за последние десятилетия

Малышева А.А.
Научный руководитель — профессор, д.и.н. Зубанова С.Г.
МАИ, Москва
cynep248@yandex.ru

A language is a live substance and as all live systems it grows, deveops, has ups and downs and, sometimes, unfortunately, dies. The only way to maintain it, to keep it alive is to speak it. The language lives when there are native speakers i.e. people who speak it in their everyday lives. Same as the society in general, a language changes over time due to many reasons such as economic and demographic situation, the Internet expansion, globalization and hence migration. Nowadays many languages are incorporating each another's words, phrases and grammatical constrictions. Not to mention that many languages in Europe derive mainly from one language – Latin.

This article focuses primarily on the English language as the international language of multicultural communication, business and entertainment.

As the English language is used as a form of expression and communication, it's natural for it to evolve over time. Indeed, changes to the English language have been happening for centuries, working to reshape slowly the way people speak, read and write.

In the course of the last century the main reason for language changes has been migration. Many people of different races, ethnics and nationalities have moved elsewhere from their homeland due to the series of

unfortunate events happening all over the world in the 20th century. As a result, English got many loan-words from other languages. For example, “garage” has borrowed from French, “tycoon” from Japanese, “cosmonaut” from Russian, etc.

The invention and progress of the Internet has drastically changed the language itself and the way people interact and communicate with each other as well. As a result, the English language has to keep up-to-date with changing concepts and ideas and has seen the rise of new words such as Wi-Fi, internet, YouTube, connectivity, online, web, Twitter, Instagram and Facebook.

The way people communicate via devices such as tablets and smartphones has also changed, people use slang and abbreviations to explain what they mean and how they feel. By way of example, ‘LOL’ means ‘laugh out loud’ and is often used in verbal communication as well as in written communication. ‘IMHO’ stands for ‘in my humble opinion’. ‘BTW’ means ‘by the way’. ‘BFF’ is ‘best friend forever’.

While certain phrases leave active users’ vocabulary quite soon, others remain in the language domain longer and become the key part of the English language. In addition to that, certain words and expressions sometimes become fashionable and/or trendy. Trends tend to change faster and faster every year. Some words or expression gain or lose popularity and sometimes even meaning. For example, in the last year the phrase ‘to spill the tea’ has replaced the expression similar in meaning ‘to spill the beans’ which means to gossip. Further to that, while the older generation may use the word ‘courting’, the youth tends to say ‘dating’, which is now considered a more appropriate and modern expression. The younger generation tends to simplify and contract words in their colloquial speech. For instance, the word ‘bae’ which means baby, the word ‘fam’ meaning ‘family’ and many others have partly replaced the original words. All these nuances and sometimes non-obvious differences can, of course, make learning English difficult, but at the same time entertaining.

The constant and ongoing changing process in a language is inevitable. While some people regard it as degradation, it is beyond doubt that a language can manage to survive and continue to live only through change.

Список литературы

1.Зубанова С.Г. Древние языки и культуры (латинский язык и античная культура). Учебное пособие для студентов направления подготовки «Лингвистика» (бакалавр) / Москва, 2014. -268с.

2.Плетнева Н.В. Изменение лексического значения усечений в современном английском языке. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2011. № 5. С. 152-155.

3.Прудникова Н.Н. Изменения в лингводидактике английского языка как иностранного в современных российских вузах. Актуальные проблемы современности: наука и общество. 2014. № 3 (4). С. 63-65.

4.Рогожина Л.А. Некоторые лексико-семантические изменения в современных западноевропейских языках (на примере английского и французского языков). В сборнике: Формирование культурной и языковой компетентности в процессе изучения иностранного языка. Интернет и изучение иностранного языка Сборник материалов международной научной конференции. Москва, 2014. С. 137-139.

5.Храброва В.Е. О некоторых тенденциях лексических изменений в современном английском языке. Studia Humanitatis. 2015. № 4. С. 14.

Культура речи, как важный фактор передачи информации

Мамкин Е.М.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Москва
mamkin95@gmail.com

Ежедневно люди сталкиваются с недопониманием друг друга из-за неграмотной формулировки своих мыслей во время общения. Каждому человеку, который, так или иначе, контактирует с другими людьми необходимо владеть речевой культурой. Под речевой культурой понимается владение нормами литературного языка, использование которого организует языковые средства так, что они позволяют в определенной ситуации обеспечить необходимый эффект в достижении поставленных задач коммуникации. Использование грамотной устной и письменной речи позволяет увеличить взаимопонимание между людьми и снижает вероятность возникновения негативных или неожиданных последствий при передаче информации. В данной статье речь пойдёт о коммуникативном компоненте культуры речи.

Многие люди общаются на разные темы, иногда даже не подозревая о том, что их слова могут не соответствовать их мыслям и очень часто это происходит случайно и ненамеренно. Так, одна буква в слове или ударение могут абсолютно изменить смысл высказывания. Например, человек ждёт гостей и пишет смс сообщение «Вы где?» одному из них, дабы узнать их местоположение. Получив ответ от друга «Мы едим», человек думает о том, что его товарищи едят, однако, друг писал сообщение за рулём или «на бегу», подходя к метро, и хотел написать «Мы едем», подразумевая то, что они уже едут в направлении места встречи, но ошибся буквой. Это не неграмотность, а недолжный подход к общению. Ситуация знакомая всем, учитывая то, как активно люди пользуются своими смартфонами. Также стоит отметить, что использование в сообщениях цифр и чисел вместо буквенных выражений и использование аббревиатур и сокращений, зачастую мешают понять, о чём идёт речь в предложении. Рассмотрим пример: «Нам нужно 1 место» - каково значение этого предложения? Нужно одно место или первое место? Конечно, многое зависит от контекста предложения, определенной ситуации и личности самого адресата, но порой неграмотность может ввести в сильное заблуждение.

Очень важно осуществлять коммуникацию осмысленно, а не между делом. В нашем мире максимально важно использовать именно те слова и формулировки, которые будут понятны нашим собеседникам. Именно поэтому в армии используются очень чёткие формулировки, так как любая ошибка, недопонимание или неточность могут повлечь за собой губительные последствия.

В технических вузах России получают повышение квалификации множество преподавателей. Это происходит ввиду интеграции технических вузов в международное сообщество и популярности инженерного образования во всём мире. Обучение взрослых людей другому языку часто вызывает некоторый ряд проблем. Для того чтобы преподаватели технических вузов были подготовлены к междисциплинарному иноязычному общению, существует большое количество литературы. Одним из примеров может послужить статья Аникеевой И.Г. и Овсянниковой М.И. «Подготовка преподавателей технических вузов к междисциплинарному иноязычному общению в системе повышения квалификации». Концепция статьи заключается в переходе познавательной мотивации в научную, при высоко мотивированном речевом поведении. Важной частью речи является понимание этой речи собеседником. Данная статья помогает понять, как правильно подготовиться к междисциплинарному иноязычному общению.

Таким образом, использование в повседневной жизни грамотной речи является важной частью коммуникации. Данная проблема касается любого человека, проживающего на нашей планете. Отсутствие осмысленной и чёткой формулировки затрудняет процесс передачи информации.

Список литературы

1. Аникеева И.Г., Овсянникова М.Н. Подготовка преподавателей технических вузов к междисциплинарному иноязычному общению в системе повышения квалификации // Интернет-журнал «Мир науки», 2018 №3, https://mir-nauki.com/PDF/78PDMN318.pdf
2. Граудина Л.К., Ширяев Е.Н. Культура русской речи: уч. для вузов М.: НОРМА-ИНФРА М, 1999.
3. Ожегов С.И. Словарь русского языка М.: Гос. изд. иностр. и нац. словарей, 1986.

Методы перевода эквивалентной и неэквивалентной лексики в научно-технические тексты в области авиации

Мастюгин А.В.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
YouCube88@mail.ru

This paper discusses equivalent and non-equivalent lexical units and translation features of non-equivalent vocabulary. It also provides general terms and concepts and discusses the techniques used to translate non-equivalent lexical items.

When comparing English and Russian languages, translators single out their coinciding and inconsistent elements. A coinciding element or an equivalent is a unit of speech that coincides in function with another one, capable of performing the same function as another unit of speech, while not coinciding elements include such lexical units as non-equivalent vocabulary. By non-equivalent vocabulary we mean foreign words and phrases that denote objects or processes that have no equivalent in the language of translation. The translation of non-equivalent vocabulary is the most problematic, and as a result, numerous mistakes are made when translating it into Russian. We considered this layer of lexical units and the methods of their

translation using aviation lexics. When translating non-equivalent vocabulary, the following techniques are used most often:

1) Transliteration. This is a translation technique based on the transfer of a graphic image of the word, that is, on the transfer of letters. When transliterating, an English word or term is taken, which is written in letters of Russian language, and in oral speech is pronounced according to the pronunciation rules of English. For example: aerodrome – аэродром, pilot – пилот, pylon - пилон.

2) Transcription. Unlike transliteration, it is a translation technique based on the phonetic principle when the English word is transferred in Russian letters and vice versa. For example: aileron – элерон, longeron – лонжерон.

3) Tracing. It is one of the ways to create a new word or phrase to convey vocabulary that does not have equivalents in the language of the translation. The essence of this method is that the constituent parts of a word (morpheme) or a phrase are replaced by their direct correspondences from Russian. For example counterbalance – противовес, interblade – межлопастной, irreversible – необратимый, airproof – воздухонепроницаемый.

4) Descriptive translation. This technique reveals the meaning of the concept when the essence of this concept or phenomenon should be explained to the Russian-speaking addressee. For example: TAC cycle – цикл ТАС, параметр, используемый тактическим авиационным командованием ВВС США для оценки ресурса двигателей, speed-power data – информация для построения диаграммы потребных и располагаемых тяг, scissor-wing aircraft – самолет с одношарнирным крылом асимметрично изменяемой стреловидности, USB configuration (upper-surface-blowing configuration) – схема летательного аппарата с обдувом закрылка.

Unlike other ways of transmitting non-equivalent vocabulary, descriptive translation requires the translator to penetrate deep into the essence of the described phenomena.

As we can see from the examples given above, a descriptive translation method for disclosing the meaning of a non-equivalent unit is the most used one, which results in an increased volume of the translated text, but is necessary if this concept is not represented in the translating language. A translator, working with such words, can more deeply comprehend the specifics of such a multifaceted, complex, but interesting and creative activity, as translation.

Список литературы

1. Кондратенко, Е.А. Перевод терминов с английского языка на русский в текстах по авиационной тематике / Международный научно-исследовательский журнал –Екатеринбург. 2013. No5 (12). Ч. 3. – 121с. URL: http://research-journal.org/wp-content/uploads/2013/06/5-12-3.pdf (дата обращения 10.02.2019)

2. Особенности технического перевода научных текстов авиационной тематики. Ульяновск: Изд-во УГТУ, 2005. 27 с.

Топливная эффективность: сравнительный анализ существующих методов снижения потребления топлива воздушными судами

Матяш М.А.
Научный руководитель — доцент, Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
matjash4@gmail.com

The goal of this research is to generalize already existing methods and procedures of maximizing fuel efficiency. It is worth mentioning that this paper examines only air traffic management (ATM) solutions since other approaches to this subject (enhancement of aircraft structure, aerodynamics, engines, infrastructure, etc.) are broadly covered by a sheer amount of researchers [4].

It has been revealed that there are various paths to achieve increased fuel efficiency, ranging from simple so-called "DIRECT" instructions (which is simply a shortcut for an airplane provided by air traffic controller) to complex and advanced air traffic flow management concepts such as A-CDM (a set of procedures that allows aviation stakeholders to exchange valuable data rapidly thus reducing schedule disruptions and minimizing fuel burn)[1][2]. Other significant achievements in ATM are also included (Point Merge method, Area Navigation, etc.). Furthermore, the rapid growth of computing power allows to forecast winds accurately and determine their impact on operational efficiency [3].

This review concludes that the best results in optimizing fuel consumption could be achieved by combining abovementioned solutions. Less fuel burn results in expense reduction for every aviation stakeholder, including passengers (who benefit from lower ticket prices)

This overview could be helpful for further inquiries into minimizing fuel consumption by commercial aircraft.

Referenses:

1.ICAO Doc 4444, Procedures for Air Navigation Services — Air Traffic Management

2.ICAO Doc 9971. AN/485. Manual on Collaborative Decision-Making (CDM.)

3.Assaad Z, Bil C, Eberhard A, et al. Reducing fuel burn through air traffic flow optimization incorporating wind models. Procedia Eng. 2015.

4. Singh V and Sharma S. Fuel consumption optimization in air transport: a review, classification, critique, simple meta-analysis, and future research implications. EurTransportResRev 2015.

Животные для эмоциональной поддержки на борту – спорный вопрос

Машкова Д.А.
Научный руководитель — доцент, Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
mashkova99@yandex.ru

It is obvious that that air flights nowadays are a mode of transportation which is as common as a train ride. Despite this a lot of people are afraid of flying. There are several ways of solving this problem: some people try to “overcome” their fear with help of medications, some resort to strong drinks, others consult a specialist or a doctor, but some people just take their pets to the cabin to forget about their problem and enjoy a journey with their little friend.

An emotional support animal (ESA) or support animal, is a companion animal (pet) that a medical professional says provides some benefit for a person disabled by a mental health condition or emotional disorder. ESAs do not require fee to be brought on board, they do not need any medical certificates to accompany their owners. Such animals seem a good way of helping lots of people but we should not forget about those passengers who are allergic to pets, those who are afraid of them and all the problems these ESAs can cause on board.

The research is aimed to answer the following questions:

• Is there a need in ESAs on the whole?

• What animals are classified as ESA?

• Why bringing supportive animal on board may become a disaster?

• Is there any point of introducing ESAs in Russia?

An emotional support animal is a good thing for people who really need them (visually impaired, disabled, mentally unstable people) but for an ordinary person with aerophobia such pet can become a curse instead of blessing. Also here comes another question: are not most of people just trying to save money on transportation of their pets? Probably the concept of ESA is not completely a perfection now and certain corrections are obviously necessary to make flights with pets more comfortable for both owners and passengers.

Помпаж двигателя

Минченко А.Д., Белыхов Р.В., Малиновский И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеренко В.Г.
МАИ, Москва
acd-motor@mail.ru

Engine surge – is the disruptive operation mode of the aircraft turbojet engine, violation of the gas dynamic stability of its work, accompanied by claps, a sharp drop in thrust and a powerful vibration that is capable of destroying the engine. The air flow around the impeller blades drastically changes direction, and turbulence develops inside the turbine, and the pressure at the compressor inlet becomes equal to or greater than at its outlet.

The surge is caused by strong deviations in the engine from calculated modes:

• The withdrawal of the aircraft for critical angles of attack;

• Destruction and detachment of impeller blades;

• Hit in the engine of a foreign object;

• Ingress of powder gases into the air intake when firing from guns or launching missiles on combat aircraft;

• Entry into the air inlet of the longitudinal vortex;

• Mistakes in the design or malfunction of the engine control system and controlled air intake;

• A strong lateral wind when the engine starts at the aerodrome;

• Low air pressure;

• Surging of the input device may occur at large supersonic flight speeds with a significant increase in the amount of air supplied to the engine, as compared to the air flow through the engine.

The first and main way to prevent surging is to use several coaxial shafts in the engine, rotating independently of each other with different speeds of rotation. Each of the shafts carries a part of the compressor and part of the turbine. The low-pressure compressor is connected to the low-pressure turbine. Higher-pressure shafts rotate at higher speeds, communicating the required kinetic energy to the high-pressure air.

The second way is use rotary blades of the compressor directing device or adjustable guide device. It limiting the flow rate of air at the inlet to the compressor in the transitional modes, and in some engines providing the optimum airflow angle to the blades.

And the third way is use air bypass valves that relieve the excess pressure at intermediate stages of the engine compressor, facilitating the passage of air through the compressor in non-calculated modes. The rated mode is considered to work at rated power.

Modern engines are equipped with anti-surge automatics that provide automatic, without the participation of the crew, removal of surging by detecting surging phenomena through measuring pressure and pressure pulsations at different sections of the gas-air path. First, there is a short-term reduction or cessation of the fuel supply, then the air bypass valves open, the engine ignition system is turned on, the fuel supply is restored and the engine is restored. An alarm is established on the crew's flight boards and a record is made in the flight registers of the flight parameters.

Modern engines are equipped with firefighting automatics, which, in the event of a fire in the engine, stops the fuel supply and eliminates fire. The aircraft is go down for speed dialing and a "cold engine blowdown" is performed, during which it is freed from fuel fumes. Then the fuel supply resumes, or the airplane continues to fly on the remaining engines.

In the event of surging, the pilot immediately reduces the thrust in the engine, or even temporarily turn it off. When the pressure created by the compressor drops, the surging disappears by itself, the normal operation of the engine is restored.

Engine surge can pose a serious threat during flight, but equipping modern aircraft with engine monitoring and diagnostics and the availability of redundant systems can minimize the risk and make flights safe.

Список литературы

1.Ольштейн Л.Е. Помпаж двигателя // Авиация: Энциклопедия // Под ред. Г. П. Свищёва. М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. С. 439-440.

2.Соколовский В.В. Ватолин В.М. Пресняков Г.А. [и др.] Развитие систем старта управляемых ракет. Полет. 2000. №8. С.4.

Гироскопические приборы. Использование гироскопов в системах навигации

Михальченко В.С., Михайлов Н.К.

Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Волкова Е.Б.

МАИ, Москва

vitalik.arshavin@yandex.ru

Совершенство гироскопических датчиков первичной информации, на основе которых строятся навигационные системы и системы управления летательных аппаратов (ЛА), в значительной степени определяет эффективность и конкурентоспособность современных ЛА.

Среди большого количества видов гироскопических приборов наиболее перспективными по характеристикам являются лазерные гироскопы (ЛГ), волновые твердотельные (ВТГ), микромеханические (ММГ) и волоконно-оптические (ВОГ). К главным достоинствам данных видов можно отнести высокую надежность работы, увеличение точности с помощью выполнения математических операций в микропроцессорах и минимальное энергопотребление.

Кольцевой лазерный гироскоп (КЛГ) представляет из себя кольцевой лазер, имеющий две независимые встречно-распространяющиеся электромагнитные волны. Советский и российский ученый-механик Мартыненко Ю.Г. относит к преимуществам данного вида гироскопов прежде всего «отсутствие вращающегося ротора, подшипников, подверженных действию сил трения» [1].

Следующий рассматриваемый вид — волоконно-оптический гироскоп (ВОГ). Его точность практически совпадает с точностью КЛГ, но основное преимущество перед ним состоит в повышенной надежности и более простой эксплуатации ввиду того, что конструкция ВОГ полностью

выполнена в виде твердого тела. Еще одна важная деталь: волоконно-оптический гироскоп измеряет скорость вращения, лазерный же фиксирует приращение скорости.

Еще одним перспективным видом навигационных датчиков является волновой твердотельный гироскоп (ВТГ). Он способен переносить высокие перегрузки, при этом имея невысокие массогабаритные показатели, слабо зависит от температуры окружающей среды, имеет достаточно простую конструкцию.

Микромеханические гироскопы относятся к области низких точностей (хуже 10^{-1} °/ч), которая традиционно считалась малоперспективной для задач навигации, но в последнее время ситуация изменилась. «ММГ представляет собой своеобразный электронный чип с кварцевой подложкой площадью в несколько квадратных миллиметров» [1]. Возможность использования данного вида гироскопов в совершенно новых областях открывается благодаря исключительно низкой стоимости микромеханических чувствительных элементов.

На текущий момент времени создается впечатление, что состояние гироскопии находится на подъеме, поэтому перед специалистами в данной области стоят задачи, состоящие в поиске новых нетрадиционных областей применения приборов, а также изобретении более экономически и технически выгодных образцов. Таркивский В.Е. в своей диссертации о повышении эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов выделяет некоторые области использования гироскопов, например, он пишет, что «гироскопы могут быть как указывающими приборами, так и датчиками автопилота» [2]. Также существует множество других важных сфер использования этих датчиков. Это значит, что есть еще много векторов развития гироскопии, которые приведут нас к новым результатам и открытиям.

Список литературы

1. Д.А. Довгяло. Типовые компоненты и датчики контрольно-диагностических средств: Учеб.-метод. комплекс для студ. спец. I-39 02 01 // Сост. Д.А. Довгяло. – Новополоцк: ПГУ, 2004. – 384 с.

2. А.А. Волынцев, Л.А. Дудко, Б.А. Казаков и др. Опыт создания высокоточных поплавковых гироприборов, применяемых в системах угловой ориентации и стабилизации космических аппаратов и станций // Гироскопия и навигация. – 2004. – №1 (44). – С.45–57.

3. Апраксина А.В., Вишняков М.С. Разработка и исследование методов контроля кольцевого лазера // Гагаринские чтения – 2018: Международная молодежная научная конференция: Сборник докладов: М.; Московский Авиационный Институт (НИУ) 2018. – С. 251.

The Use of UAVs for Air Transportation with the Application of Taxi Aggregator Principle

Мозжухин Д.А.
Научный руководитель — доцент, Черняева Е.В.
МГТУ ГА, Москва
mozzhukhin1998@mail.ru

Unmanned vehicles are means of transport, for example aircraft, which can travel without any pilot on board. They are either fully remotely controlled or programmed and fully autonomous.

The use of UAVs in the field of air transport is a very promising branch of development of the aviation industry, since recently it has become possible to deliver of passengers by unmanned vehicles 24 hours a day in almost any weather conditions and without risk to human life. For large cities, this type of transportation would be a great solution, because this is the ability to completely unload all highways. At the moment, the difference between "air taxi" from charter and other types of commercial air transportation is a number of simplifications, for example, the lack of long registration procedures and reduced waiting time for boarding. It is enough to arrive 10-15 minutes before departure and go through reduced check-in procedures.

The aircraft itself takes off vertically (it allows to get rid of the airfield), the drone accelerates horizontally, and its screws rotate perpendicular to the body, then flies like an airplane. Actually take-off, air support and movement of the device is carried out by means of twin screws fixed to the movable axes.

What problems may arise in the implementation of the transport industry?

1. The use of unmanned vehicles is not clearly enshrined in international law.

2. The human factor, namely the fear of the passenger to entrust the life of technology.

3. Maintenance and operation of the unmanned vehicle requires financial investments, as it is part of the transport business, it is important that the revenues are not less than the costs. This companies will seek to establish high prices for transportation services.

4. Until now, it remains unknown how companies providing air taxi services will address the issue of providing longitudinal and vertical separations to ensure the safety of air traffic.

In the UAV market a lot of competition, here is a comparative description of the most popular models:

1. Ehang 184 – Chinese multi-purpose unmanned vehicle, developed by Corporation "Ehang Inc.". The maximum take-off weight is 240 kg, cruising speed 60 km / h, the maximum range of 40 km. The drone is designed by Chinese engineers in the configuration of the octocopter, however, the drone has a very large size.

2. Elevate-American drone owned by Uber. According to the statements of the head of the experimental direction, the maximum flight range will be in total 95 km. The drone will be more like a hybrid of airplane and helicopter than a flying car. From the plane it will borrow the wide motionless wings, which will allow you to glide over the city. From the helicopter-the screws that will provide vertical takeoff. Unlike helicopters, a flying taxi from Uber will be equipped with several screws-this will reduce the danger of failure one of them. Transport will also use electric power plants. These units will help to improve fuel efficiency and reduce emissions and noise.

Роль системы TCAS в авиационной индустрии

Неспанова А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Черняева Е.В.
МГТУ ГА, Москва
nespanova.anastasija@yandex.ru

A Traffic Alert and Collision Avoidance System is an aircraft collision avoidance system designed to reduce the number of mid-air collisions between aircraft. It monitors the airspace around an aircraft for other aircraft equipped with a corresponding active transponder, independent of air traffic control, and warns pilots of the presence of other transponder-equipped aircraft which may present a threat of mid-air collision (MAC).

The reason of Its creature was too intensive air traffic: pilots and air traffic controllers were in need of essential assistance of up-to-date precision technologies, which will not let them make mistakes. Moreover, RVSM was invented and was not the best solution. It represents a system of measures designed to increase the traffic capacity by reducing the established intervals between Flight Levels.

Very important to note that priority between air traffic controller’s voice and decision of TCAS is always given to system’s decision: pilot must strictly follow Traffic Collision Avoidance System’s instructions.

At the moment, the most recent version of the system is the TCAS II. Previously, there was a so-called passive surveillance system, which did not actively explore the airspace, but used signals from other aircraft issued for requests from the ground or from other aircraft systems. Then the TCAS I system appeared, It analyzed the air situation within a radius of 30 miles and gave the crew approximate information about the movement of other aircraft (height and direction of flight).

The paper deals with the feasibility of transition from TCAS to ACAS X. TCAS II has been employed for a long time and It showed its value in mid-air collision avoidance. According to European researches It caused a reduction of collisions by 5 times. However, It is appropriate to talk about its replacement: Instead of hard-coded instructions, ACAS X work is based on a numeric lookup table optimization in comparison with respect a potential model of the airspace. This system will not only improve forecast accuracy and alert quality, but can also reduce economic costs. Furthermore, instead of transponder-based surveillance addiction, ACAS X is implied to be reconcilable with any surveillance source that have the identical performance with him. This idea is called «plug-and-play» and It will allow ACAS X to receive the necessary information from alternative sources, such as satellite, radar, infrared and electro-optical surveillance systems.

Список литературы

1. Bulfer B. Cockpit Companion, Leading Edge Libraries, 1998.

2. Радиотехнические навигационные средства самолетовождени В 2 ч. Ч. 1: учеб. пособие. / [М.А. Ковалев и др.]. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 76 с.

3. Авиационная безопасность: метод. указания по изучению дисциплины /сост. А. В. Дормидонтов. – Ульяновск: УВАУГА(И), 2010. – 27 с.

4. ACAS X – the future of airborne collision avoidance. URL: https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/2390.pdf (дата обращение 12.02.2019)

Вклад Испании в освоение космического пространства: Педро Франсиско Дуке

Николаева Ю.А.
Научный руководитель — Гойкочеа М.Л.Б.
МАИ, Москва
yulianikmail@mail.ru

Испания известна обывателю своей литературой, музыкой, культурой, необычной природой и старинными красивыми городами. Однако, мало кто знает, что эта страна принимает участие и в освоении космического пространства.

После Второй Мировой Войны мир находился на пороге великих событий. С 50-х годов XX века в Европе возникла потребность в организации своих космических программ, и к 1964 году было создано две организации, занимающихся космическими исследованиями; одна занималась разработкой системы запуска ракет, а другая – проводила космические исследования. К 1975 году было принято решение об объединении этих двух направлении в исследовании космоса, и так появилось Европейское космическое агентство, учредителями которого стали 10 европейских стран, среди которых активную роль играла Испания, где в последствие был открыт европейский астрономический центр.

Длительное время агентство разрабатывало программу европейской пилотируемой космонавтики, и во второй половине 80-х годов был подготовлен план по подготовке собственного европейского отряда астронавтов; в состав этого отряда вошел испанец Педро Франсиско Дуке, которому было суждено стать первым в истории испанским астронавтом и космонавтом.

Педро Франсиско Дуке является уроженцем Мадрида. Он окончил высшую школу авиаинженеров при Мадридском политехническом университете по специальности «Астронавигация» и в 1986 году начал свою работу в Европейском космическом агентстве в качестве специалиста, занимающегося разработкой программного обеспечения для определения орбит космических аппаратов. Впоследствии, он участвовал в управлении полетом первых европейских искусственных спутников ERS-1 и EURECA.

В 1991 году он был выбран Европейским космическим агентством в качестве астронавта-исследователя от Испании в европейский космический отряд. Ему был присвоен порядковый номер 386 и началась многолетняя подготовка к полету в составе экипажа американского шаттла DiscoverySTS-95.

Первый полет Педро Франсиско Дуке состоялся 29 октября 1998 года. На шаттле в DiscoverySTS-95 в качестве специалиста полета он провел 8 суток 21 час 43 минуты 57 секунд. Программа полета предусматривала выведение спутника для исследования Солнца и многочисленные медико-биологические эксперименты. Американский шаттл приземлился 7 ноября 1998 года в Космическом Центре Кеннеди (США).

В декабре 2002 года Педро Франсиско Дуке был включен в состав первого экипажа российской экспедиции. Предполагалось, что испанский астронавт совершит полет в качестве бортинженера 28 апреля 2003 года на корабле «Союз ТМА-2», однако из-за последующей катастрофы шаттла «Columbia» все экспедиции были отменены и переработаны.

В мае 2003 года с Педро Франсиско Дуке был подписан контракт на проведение 10-дневной миссии на МКС в составе экипажа космического корабля «Союз ТМА-3».

18 октября 2003 года состоялся второй космический полет испанского космонавта к Международной орбитальной станции в качестве второго бортинженера. Программа полета включала стыковку с МКС, проведение многочисленных исследований по протоколу Европейского космического агентства и смену экипажа. 28 октября Педро Франсиско Дуке отстыковался от МКС в составе космического корабля «Союз-ТМА-2» и приземлился в Казахстане. Продолжительность второго полета Педро Дуке составила 9 суток 20 часов 57 минут 58 секунд.

В общей сложности первый испанский астронавт провел в космосе 17 суток 42 часа 41 минуту 55 секунд, осуществив 2 полета в составе международных экипажей; до 2006 года он продолжал активную работу в составе Европейского космического агентства. С 2011 по 2018 годы он носит статус активного астронавта, который пришлось оставить в виду его выдвижения на пост министра науки, инноваций и университетов Испании. За многочисленные заслуги в профессиональной деятельности он был удостоен многих международных наград и почестей.

Возрождение сверхзвуковых перевозок

Ницевич Г.П.
Научный руководитель — доцент, Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
gpnitsevich@mail.ru

The Rebirth of Supersonic Transportation

There is a strong possibility for us to see new era of supersonic flights in the near future.

Supersonic travels were banned in 1973 because of strong noise pollution and excessive fuel consumption. Going supersonic creates shock waves that cause sonic booms, sonic booms over populated areas can be annoying or even damaging. But some companies decided that technologies are much more sophisticated now and aviation is ready to return to this idea.

However any manufacturer, which is working in this direction, must design a craft that avoids the problems that killed the first wave of supersonic jets.

The Concorde, for example, was doomed because of lack of Airlines, which were interested in purchasing it and excessive fuel consamption. So Boom, which is the leader of developing a modern supersonic aircraft, promises that their airplanes will travel faster than current aircraft but use the same amount of fuel. “Since our aircraft has the same fuel burn as subsonic business class, it also has the same fuel consumption and emissions profile,” Boom says.

This company has collected about 100 million dollars in investments to develope next generation supersonic aircraft. They predict it to start regular flights within 4 years.

Modern supersonic aircraft use less fuel and cause less noise pollution during the flight than previous ones. But it is still have the same level of pollution as regular one. So if it is faster, it means that the number of flights per day will increase, which will increase the pollution level in the result.

The research deals with the following callanges:

- Find information about companies, which are involved in rebirth of supersonic aviation.
- Describe benefits and drawbacks of this idea.
- Find out why it is efficient to return to this concept now.
- How engineers are going to solve the main problems of supersonic flights, which led to their ban.
- Legislation about supersonic flights in Russia
- Find information about modern prototypes of supersonic aircraft

Rebirth of supersonic aviation is a very great step for aviation all over the world. The flight using such aircraft will be two times faster than using regular one or even faster. There are still many problems to be solve, but according to the announcement of Boom company, supersonic travels will return in the very near future

Список литературы

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.Международная организация гражданской авиации. Doc 4444 Организация воздушного движения. Издание шестнадцатое, 2016.URL:http://www.aviadocs.net/icaodocs/Docs/4444_cons_ru.pdf (дата обращения 17.02.2019)

3. Welcome AboArD OverTure.URL: https://boomsupersonic.com (датаобращения 15.02.2019)

Анализ 6-го издания свода знаний по управлению проектами

Носырева В.В.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Гязова М.М.
МАИ, Москва
your.kivi@gmail.com

Currently, there are many different project management standards around the world. Of course, there is no single set of rules suitable for each project, especially if the project is innovative. From the set you can choose the necessary set of rules, as well as correctly combine the work of several manuals. Thus, there are universal and fundamental approaches to project management, such as PMI PMBOK® 6th Edition, OGC PRINCE2® (2017) and APM APMBOK®, and flexible (or lightweight) methods, such as Agile methods (in particular, SCRUM), and highly specialized, such as the NASA Project Management and Systems Engineering Competency Framework.

This article provides an analysis of PMI PMBOK® 6th Edition.

PMI updated PMBOK6, adding relevant agile practices for each area of study. The main focus of the book is still on the predictive model that works well on most projects. At the beginning of each section by area of expertise you can now find the following information:

• Trends and emerging practices. This section identifies trends and practices of the latest methodologies that may work well for some of the projects.

• Considerations for adaptation. What you should pay attention to when choosing one or another approach.

• Considerations for flexible / adaptive environments.

Explanation at which points and how flexible methodologies differ from classical ones in a particular area of expertise. This subsection identifies some areas in which adaptive approaches may differ from those predictive in this particular area of knowledge.

Tools such as sprint and iteration planning have been added to the book, and an application has appeared that describes a flexible, iterative adaptive, and hybrid approach from the point of view of project management process groups.

A modern project manager is no longer enough to have only good technical skills. PMBOK 6 highlights the required skill triangle:

• Technical project management It is necessary to adapt both traditional and flexible tools, methods and methods for each project and have knowledge of the field in which it works.

• Strategic management and business management. The project manager needs a strategic vision and business management skills. According to the changes in PMBOK 6, the manager will need skills that will help analyze competition, the market, understand legislative changes, business models, etc.

• Leadership was part of PMBOK 5, but in PMBOK 6 more emphasis is placed on it. Leadership skills include emotional intelligence, problem solving, the ability to create, grow and motivate a team.

There were 10 areas of knowledge in PMBOK 5, they also remained in PMBOK 6, but two of them appear under new names:

• “Managing the project timeline” was renamed to “Managing the project schedule” to emphasize that during the project we manage its schedule, not the timeline.

• “Human Resource Management Project” was renamed “Project Resource Management”, since in addition to people there may be material resources in the project.

There were 47 processes in PMBOK5. In the sixth book of 49 processes: one process was deleted, one was moved and two new ones were added:

• “Procurement Close” removed and transferred its content to the procurement control and project closure processes.

• The “Resource Assessment of Operations” process was moved from the Schedule to the “Project Resource Management” section.

• The project “Knowledge Management Project” has been added to the “Integration Management” project. The main output of this process is the register of lessons learned and the process emphasizes that the information obtained on the project should be used not only after the project is closed, but also during the project.

• Added process "Resource Control". This is a new process that involves monitoring and controlling various project resources.

• The new process “Responding to risks” stresses that it is necessary not only to plan how we will respond to risk, but also to implement this strategy.

Bibliography:

1. A Short History of the PMBOK Guide Published by PMI URL: https://edward designer.com/web/short-history-pmbok-guide-pmi/

2. A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK® Guide) – Fifth Edition, 2013, Project Management Institute, PA, USA.

3. A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK® Guide) – Sixth Edition, 2017, Project Management Institute, PA, USA.

4. PMBOK® Guide – Sixth Edition URL: https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok

5. The Marriage Proposal of PRINCE2® and PMBOK® by Dr. Anthony Yeong, Jan. 2012 Edition.

К вопросу о подборе переводческих соответствий при работе с техническими текстами (на примере темы: «Внесение изменений в документацию по конструированию с помощью электронной системы»)

Орлова Т.И., Никонов Ю.Ю.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
tanya.orlova17@gmail.com

Целью данного исследования является анализ проблем, возникающих при переводе текстов инженерной направленности. Грамотный выбор лексического соответствия принципиален в работе технического переводчика, поскольку ошибки в научно-технической документации, инструкциях пользователя, патентах могут иметь критически негативные последствия.

В данной работе изучаются грамматические, лексические и синтаксические особенности перевода научной литературы на примере темы о конструкторской документации и о внедрении электронного способа внесения изменений в программы.

Отмечается, что, в соответствии с международными стандартами (ГОСТ 2.102-68 ЕСКД), существуют строго определенные названия документации по заданной в данном исследовании теме: сборочный чертеж (где дано изображение единиц для сборки), электронная структура изделия (документ, представляющий связи между составными частями единицы в электронном виде), пояснительная записка (содержащая обоснование технических решений и принцип действия изделия), т.д.

Следовательно, переводчик должен не просто найти эквивалент к термину для перевода, но понимать контекст, с которым он работает, в частности, не только изучать терминологическую группу «Конструкторская документация», но и изучить существующие на предприятиях варианты внесения изменений в систему обработки документов. Кроме того, нужна информация по теме «компьютеризированная система внесения изменений», что потребует работы со словарными статьями по программированию. К примеру, требуется понимание проблемы, переданной в оригинале, как «внедрение на предприятии систем PDM и CAD/CAM/CAE», поскольку для полного перевода статьи недостаточно найти перевод отдельно взятых терминов, так как PDM может переводиться как “passengerdoormodule” (электронный модуль двери пассажира), и как “productdifferentiationmethod” (метод спецификации продукта) и как “pulse-durationmodulation” (широтно-импульсная модуляция).

В исследовании показана невозможность для технического переводчика овладеть всем объемом лексики по узкой теме «электронная система добавления вариантов и изменение документации» и обосновывается идея о работе по принципу коллаборации (collaborativework/teamwork), где над переводом материалов работают совместно инженер и лингвист.

Лексические особенности технического перевода текстов по теме исследования показаны на примере вариативности перевода следующих терминов: расширение функционала (1. SAP. тех. - custom programming, 2. матем. - expansion of functional, 3. Increasing scope); машиностроение (1. machine building, 2. mechanic engineering, 3. vehicle manufacturing industry); система автоматизированной подготовки производства (computer-aided manufacturing system).

Грамматические особенности представлены вариантами использования причастий. В частности, применение Participle I в функции обстоятельства, вводимого союзом while: “While implementing STEP AP203 and STEP AP21within CAD (computer aided design) systems, data exchange barriers are partially upheaved …”

Синтаксические особенности перевода данных текстов показаны на следующем примере: “Computer engineering is a discipline that integrates several fields of electrical engineering and computer science required to develop computer hardware and software”, где логический синтез предложения строго определен структурой синтаксической организации высказывания.

Делаются выводы о целесообразности интеграции знаний по теме «электронная система внесения изменений в конструкторскую документацию» в лингвистическую практику переводчика.

Анализ проблем перевода узкоспециализированных научно-технического текстов

Пашин Т.П., Кондратьев П.А., Кашинцев В.С.
Научный руководитель — Червяков В.И.
МАИ, Москва
Eastsiderz@yandex.ru

Сегодня переводится много англоязычных текстов, но ввиду того, что зачастую это делают люди, мало знакомые как с тематикой излагаемого материала, так и с лексической базой, которой пользуются специалисты в данной области, переводящему не всегда удаётся адекватным образом донести до читателей суть исходного сообщения.

Такие проблемы чаще всего возникают при переводе как научных статей, так и иного рода материалов, посвящённых анализу очень узкой темы какой-либо технической направленности, например, в сфере информационных технологий. В частности, в тех областях информационных технологий, которые охватывают работу с сетевыми протоколами обмена, алгоритмы кодирования и сжатия информации.

В данной работе будет проведён анализ перевода текста с учётом замечаний, сделанных специалистами, сфера деятельности которых имеет непосредственное отношение к рассматриваемым в данном тексте вопросам. В ходе анализа будут выявлены характерные ошибки перевода, связанные с неверным употреблением как узких по своей специфике терминов, так и других выражений, не имеющим к прямого отношения к терминологии, но широко употребляющихся специалистами при освещении данной темы. В результате будет показано, какие сложности могут возникнуть при чтении подобных текстов, при переводе которых были допущены такого рода ошибки.

В результате можно будет сделать выводы об особой важности полностью корректного перевода статей технической направленности и необходимости составления своего рода справочника, который можно использовать для обращения к нему с целью отыскать правильные варианты передачи смысла тех, или иных специальных выражений на русском языке. Подобный справочник можно будет использовать в качестве дополнения к словарям, применяемым для перевода терминов, употребляемых в различных сферах ИТ для уточнения корректного их перевода в том, или ином контексте и для уточнения корректного перевода других слов, использующихся вместе с этими терминами.

Бесконечный Космос. Вселенная Фридмана

Первых Г.В.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
gleb9965@yandex.ru

Static Universe:

The Universe expands: this discovery was one of the greatest intellectual revolutions of the XX century. Now we can only be surprised by the fact that this idea did not come up to the mind of anybody else earlier. There was an assumption, that Newton and other scientists had to understand that if the Universe had been static, it would soon have started to compress under the influence of gravity.

At the beginning of the XX century, scientists continued to believe in the static Universe. Apparently, only one person completely believed in the general theory of relativity: while Einstein and other physicists thought about how to circumvent the non-static nature of the Universe being predicted by this theory by the Soviet physicist A. A. Friedman on the contrary started to explain it.

Friedman’s decision was negatively perceived by Einstein (who assumed a stationary Universe and introduced the cosmological constant into the equations of general relativity to ensure stationarity), but then he recognized that Friedman was right.

Friedman made two very simple initial assumptions: the first: the Universe looks identical, no matter in which direction we investigated it, and the second: this statement would remain valid even if we made the observations from anywhere else. Using these two assumptions, Friedman showed that the Universe should not have been static.

Models of the Universe:

Friedman had found only one model, but we could specify 3 different models for which both fundamental Friedman's assumptions were valid.

In the model of the first type (Friedman's model), the Universe is expanding rather slowly, so that gravitational attraction between neighboring galaxies causes the expansion to slow down and eventually to

stop it. Galaxies start to move towards each other and the Universe begins to shrink. Model 1 displays the changes in the distance between two neighboring galaxies with increasing time. It starts from zero, increases to the maximum, and then decreases again to zero.

In the model of the second type, the Universe expands so quickly that the gravitational attraction can never stop it, although it slows down a bit. Model 2 shows the separation between neighboring galaxies. It starts at zero and eventually the galaxies are moving apart at a steady speed.

Finally, the model of the third type, in which the Universe is expanding only just fast enough to avoid recollapse. In this case, the separation shown in model 3 also starts from zero and increases forever. However, the speed at which galaxies are moving apart is becoming less and less, although it never reaches zero.

Infinitely expanding Universe:

We can determine present rate of expansion by measuring the velocities at which other galaxies are moving away from the Solar system, using the Doppler effect. However, distances to the galaxies are not studied very well because we can only measure them indirectly. All we know is that the Universe is expanding by 5-10 percent every billions of years.

Conclusion:

Nowdays it is impossible to say exactly what model is suitable to describe the Universe. But we can definitely be sure of the fact, that the Universe itself continues to expand at least for the moment. Probably the Universe will expand forever. The only thing we can definitely be sure of: if this had happened it could have been no longer than ten thousand million years because at least it had long been expanded. There is quite enough time for making research. We should not be too much anxious about it as the state-of-the-arts is in the progress and in the nearest future the humanity will find for sure the answers which model represents the Universe.

Referenses:

1. Хокинг Стивен. Краткая история времени: от большого взрыва до черных дыр. [пер. с англ. Н. Я. Смородинская]. - СПб.: Амфора: Торг.-издат. дом Амфора (ГПП Печ. Дворим. А.М. Горького). - 266с.

2. Neta A. Bahcall. Hubble’s Law and the expanding universe. PNASMarch 17, 2015 112 (11) 3173-3175;https://doi.org/10.1073/pnas.1424299112 (дата обращения: 28.02.2019)

URL: https://www.pnas.org/content/112/11/3173(дата обращения: 23.02.2019)

3. Hubble's Most Penetrating View Yet of the Early Universe. Sarah Graham on March 10, 2004. URL: https://www.scientificamerican.com/article/edwin-hubble-and-the-expanding-univ/ (датаобращения: 23.02.2019)

4. The Expansion Rate and Size of the Universe. URL: https://www.scientificamerican.com/article/the-expansion-rate-and-size-of-the/ (дата обращения: 23.02.2019)

5. The Future of the Universe. URL: https://www.scientificamerican.com/article/the-future-of-the-universe/ (дата обращения: 23.02.2019)

Анализ перспектив использования аддитивных технологий в космической отрасли на основе англоязычных источников

Петров В.П.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
pvp1998@gmail.com

В данном исследовании выявляются перспективы применения аддитивного производства в научных целях и, как частный случай, в космической отрасли.

Авторы отмечают, что данная технология существенно экономит финансы, требуемые для выведения груза на заданную космическую орбиту. Экологический аспект рассмотрен в контексте уменьшения количества топлива, что приведет к снижению выбросов углекислого газа. Этот фактор является несомненным показателем того, что 3D технологии выступают жизнеспособными в долгосрочной перспективе.

В данной работе постоянное увеличение количества запусков космических аппаратов оценивается, как данность. Однако, применение аддитивных технологий способствует неизменности экологических норм чистоты атмосферы, поскольку ученые относят принципы работы 3D печати к безотходному производству, не требующему большого количества энергии.

Рассматривая технологический аспект, авторы данной работы отмечают преимущества использования технологий 3D-печати в конструировании ракет-носителей, грузовых транспортных

кораблей, космических модулей. Облегчение веса конструкции позволяет повысить прочностные характеристики. Так, принтеры MarkforgedX3 могут печатать детали и инструменты из нестандартного композитного пластика и углеродного волокна. Изделия получаются в 20 раз прочнее и в 10 раз жестче, чем стандартный ABS-пластик. Производителями ожидается, что материал сможет заменить алюминий для применения в аэрокосмической отрасли.

Использование аддитивных технологий на орбите позволит в будущем в условиях невесомости изготавливать запасные части научных модулей. Конструкторам, работающим далеко от Земли, не нужно будет ожидать следующего прилета грузового транспортного корабля с материалами для ремонта. Достаточно будет на месте изготовить детали нужных характеристик и размеров. Однако, потребуется аппаратура больших габаритов, которую пока невозможно разместить в условиях космической орбитальной станции. Например, NASA совместно с компанией «MadeInSpace, Inc.» тестирует принтеры на самолетах, которые имитируют невесомость. Машины прекрасно работают в условиях микрогравитации или даже против нее.

Особое внимание в данной работе уделено производству изделий по аддитивным технологиям в условиях микрогравитации и невесомости. В рамках программы NASA «Zero-G» проведены испытания оборудования для 3D-печати на параболических полетах с Земли. Были получены детали, аналогичные произведенным на Земле. Результаты испытаний на космической станции показали, что 3D-принтеры способны работать в космосе.

В данной работе особо рассматривается вопрос о возможности для человечества переселения на другие планеты. Перелет будет длительным, и острые заболевания, от которых нет лечения на борту, могут потребовать сложнейших операций; возможны и пересадки органов. И тогда на помощь придут современные аддитивные технологии, а точнее 3D-принтеры по печати органов человека (или, как сейчас модно называть, биопринтеры). Так, российский биопринтер «Орган.Авт 3D» на технологии магнитной 3D-печати, создал щитовидную железу мыши на борту Международной космической станции (МКС).

По мнению производителя, особая среда в невесомости в космосе позволяет печатным органам и тканям созревать с более высокой скоростью, что делает условия более благоприятными для биопечати, чем на Земле. Возможно в будущем, самые первые человеческие органы 3D будут напечатаны в космосе. Но для полного соответствия опытных образцов оригиналам необходимо отправить их обратно на Землю - для детального исследования. Так называемые «простые органы» печатаются на Земле достаточно часто и, имея опыт работы с данной технологией, планируется создавать работоспособные человеческие органы уже на космических станциях. Параллельно будут вестись исследования по теме колонизации планет, где нет нужды в донорах, поскольку органы будет возможно печатать на специальной машине, в безотказной работе которой нельзя сомневаться.

Таким образом, аддитивные технологии поддерживают в сохранности экологическую обстановку планеты, снижают стоимость производства, уменьшают вес изделия при тех же физических свойствах, что и другие наиболее популярные материалы для использования в данной отрасли. Все вышеперечисленные факты утверждают статус этой технологии будущего. Делаются выводы о востребованности 3D-печати в космической отрасли и о перспективах применения аддитивных технологий в мировом и галактическом масштабе.

Роль беспилотных летательных аппаратов в жизнедеятельности человека

Петушова А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Волкова Е.Б.
МАИ, Москва
ajsamugaeva10459@gmail.com

Повсеместная урбанизация и рост сферы услуг могут повлечь за собой ухудшение экологической обстановки и увеличение числа экстренных случаев. На сегодняшний день дроны (квадрокоптеры, беспилотники) кажутся одним из наиболее перспективных решений данных проблем.

Согласно определению, одобренному Ассамблеей ИКАО, «беспилотный летательный аппарат (дрон) представляет собой воздушное судно без пилота, которое выполняет полет без командира воздушного судна на борту и либо полностью дистанционно управляется из другого места с земли, с борта другого воздушного судна, из космоса, либо запрограммировано и полностью автономно».

Наверное, на сегодняшний день нет человека, который бы не слышал такие слова, как: дрон, квадрокоптер и т.п. И скорее всего, многие имеют представление о выше представленных аппаратах.

На данный момент БПЛА (беспилотные летательные аппараты) широко используются в таких областях, как фото- и видеосъемка. Разумеется, другие сферы жизнедеятельности человека также не

остаются без внимания. Можно выделить наиболее приоритетные отрасли для внедрения решений на базе дронов: экстренные службы, сельское хозяйство, транспортировка груза, коммуникации, аэросъёмка, геодезия.

Квадрокоптеры имеют ряд преимуществ по сравнению с пилотируемыми летательными аппаратами, основными из которых являются: относительная простота конструкции, экологичность, малые габариты, высокие скорость и грузоподъемность, низкое энергопотребление и самое главное — значительное снижение риска угрозы человеческой жизни.

Например, агентство CNBC рассказало, как дроны помогают в пожаротушении. Оснащенные камерами с тепловизорами и газоанализаторами, БПЛА можно использовать в качестве разведчиков, чтобы оценить масштаб бедствий.

Грамотное применение беспилотников поможет повысить эффективность работы (дрон способен выполнить ту же задачу в разы быстрее человека), сохранить человеческую жизнь и здоровье (например, в области поисково-спасательных операций, осмотра объектов со сложной геометрией, пожаротушении, мониторинга различных объектов).

Однако, ввиду относительно недавнего внедрения квадрокоптеров в деятельность человека, правоохранительным и законодательным органам различных стран ещё предстоит решить юридические вопросы, касающиеся возможностей использования дронов.

Библиография:

1.Беспилотные летательные аппараты [Электронный ресурс]URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Беспилотный_летательный_аппарат_(дрон,_БПЛА)#.D0.A0.D0.BE.D1.81.D1.81.D0.B8.D1.8F_2 (дата обращения: 17.02.2019).

2. Коряжнова Е.В., Глоткина А.А. Управление рисками в авиации //Неделя студенческой науки Факультета иностранных языков МАИ(НИУ), посвященная 55-летию полета Ю.Гагарина. Сборник докладов. – М.: Перо, 2016. – С. 327–332.

3. Черныш Е.Р., Вечеринина Е.А. Искусственный интелект как инструмент усовершенствования российской авиации//Неделя студенческой науки Факультета иностранных языков МАИ(НИУ), посвященная 55-летию полета Ю.Гагарина. Сборник докладов. – М.: Перо, 2016. – С. 345–347.

Навыки развития беглости чтения и перевода специализированных технических текстов

Пичугина А.Г., Симонова Д.Ф.
Научный руководитель — Рыбакова Л.В.
МАИ, Москва
pichugina.anna00@mail.ru

В ежегодном послании президента Российской Федерации В.В Путина Федеральному собранию в 2019 году было отмечено, что стране необходимо наличие высококвалифицированных специалистов в аэрокосмической промышленности. Актуальная проблема – это отсутствие навыков беглости чтения и перевода специалистами профессионально-ориентированного английского языка. Необходимо приобретать определенные навыки беглости чтения текстов технического характера с профессионально-ориентированной направленностью в процессе изучения иностранного языка в вузе.

Трудности перевода технических текстов являются достаточно хорошо изученными, но проблема повышения скорости чтения, при полном понимании прочитанного, остается открытой.

Проанализировав собственное обучение, выявлены отрицательные факторы, мешающие беглости чтения:

1. Человеческий взгляд фокусирует определенное поле. Например, читая, мы сосредотачиваемся на конкретном отрывке.

2. Взгляд долго не может фокусироваться и внимание ослабевает.

3. Возможны случаи непредвиденной артикуляции.

В связи с этим можно указать эффектные методы для беглости чтения и, соответственно, более широкого зрительного диапазона и работы над артикуляцией: принцип таблиц Шульте, принцип фокусирования зрительного внимания и методика чтения по диагонали. Суть этого упражнения - развить беглость и концентрацию чтения.

Рассмотрев основные методики, обратим внимание на трудность материала, т.к. в повседневной жизни мы редко сталкиваемся с техническими текстами. Поэтому необходимо знать и использовать специальные термины, которые требуют, как лингвистических, так и технических знаний. Следует отметить, что человек индивидуален, поэтому необходим личностно-ориентированный подход.

В заключении отметим, что применив данные методики развития беглости чтения и перевода, а также определенные тренировочные упражнения для глаз, студенты акцентируются прежде всего на терминах, знаниях научно-технической литературы и лексике, что дает положительные результаты.

Список литературы

1. Неверова Н.В., Рыбакова Л.В. «Основы формирования коммуникативной компетенции в процессе иноязычного общения у студентов неязыкового вуза» М.: «Педагогика и психология образования», №2, 2017, с. 96-1029
2. Артюшина Г.Г. Из опыта обучения иностранному языку в аспирантуре нового типа // Теория и практика обучения иностранным языкам в неязыковом вузе: традиции, инновации, перспективы: сб. науч. тр. – Москва, 2017. – С. 21-29.

Обучение студентов магистров Московского авиационного института в Шанхайском университете Цзяо Тун

Плетнёва Т.Г., Коваль С.Н.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Коротаева И.Э.
МАИ, Москва
meeeoowcat@gmail.com

Today higher education abroad has become the most prestigious and popular indicator. This is the most excellent option to learn a foreign language, communicating directly in the language environment. It is also a unique opportunity to study the culture and history of another country, to get a lot of friends abroad, to start a new relationship. And the most important argument is to obtain high-quality knowledge and a diploma of international standard, which opens up broad opportunities for further education and career growth.

Thanks to the joint program of the Moscow aviation institute and Shanghai university of Jiao Tong, students had an opportunity to be trained in the international magistracy which was for the first time open in 2017.

Target corporate programs of a magistracy in English were open in three directions [1]:

• Design of composite structure;
• PLM- technologies;
• Engine design.

Shanghai Jiao Tong University (or SJTU) is one of the oldest and most prestigious universities in China and has a reputable and honored academic staff.

The scientific research and technology innovation levels at SJTU are increasingly high. Up until 2015, SJTU placed first in the country for the 6th consecutive year regarding the number of projects completed and the amount of money issued by the National Natural Science Foundation of China, and ranked second in sponsored research grants. Today SJTU has 64 undergraduate programs covering 9 major disciplines: economics, law, literature, science, engineering, agriculture, medicine, management and arts [2].

The main goal of this educational programs is to create a new foundation to implement joint projects more effectively and to promote a cooperation between Russia and China. Therefore, the group of the Russian students as a part of 20 people went to Shanghai for training according to master programs that later the ends of preparation to take part in the project of creation of the Russian-Chinese wide-body aircraft (CR929). To work in the next stages of the program of a new-generation wide-body long-haul aircraft, it will be required an increase in the number of specialists in the near future. In this regard professionals in the field of design and product lifecycle management will be especially demanded.

Future prospects and infinite possibilities:

• After 2 years, graduates of our first magistracy will begin working as part of joint working groups;
• In 10 years, graduates of the first degree will hold senior positions in their companies;
• In the long run, a broadband aircraft and new programs, both, will be successfully developed; graduates also have created an exclusive club.

Referenses;

1. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет. URL: https://mai.ru (Дата обращения 18.02.2019).
2. Шанхайский транспортный университет. URL: en.sjtu.edu.cn (Дата обращения 15.02.2019).

Особенности сложноподчиненных предложений в авиационных текстах на английском и русском языках

Померанцев С.В.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Мельдианова А.В.
МАИ, Москва
sergey01071999@mail.ru

Сложное предложение, в частности сложноподчиненное предложение, представляет собой одну из центральных единиц синтаксиса; основной компонент в текстах художественного, научного и публицистического стиля. С учетом расширения международного сотрудничества, в том числе в авиационной области, углубленное изучение аспектов и особенностей сложного предложения позволяет производить более качественную подготовку специалистов в авиационной сфере, что обусловливает актуальность данной тематики.

Целью научного исследования является проведение сопоставительного анализа сложноподчиненных предложений в английских и русских текстах авиационной тематики, а также способов связи их главных и придаточных компонентов; выявление фонетических, грамматических и лексических отличий английских сложных предложений от русских. Исследование проводится на основании текстов различного стиля, в частности научно-технического и публицистического стилей.

В теоретической литературе термин «сложное предложение» трактуется по-разному [1]. В целом, в отличие от простого предложения сложное представляет явление более высокого уровня языкового общения, содержащее в себе две и более предикативные единицы [2, с. 491]. Основным признаком сложноподчиненного предложения является наличие подчинительной связи между его компонентами.

В ходе работы было выявлено, что в русском языке существуют два основных способа связи придаточного предложения с главным, а именно при помощи подчинительных союзов и союзных слов. Для английского языка, помимо двух вышеперечисленных способов, характерно также использование бессоюзного соединения, что является ярким примером стремления языка к упрощению. В авиационных сложноподчиненных предложениях в русском языке используется значительно большее количество различных союзов, что свидетельствует о его лексическом богатстве и многоаспектности.

В целом, сложноподчиненные предложения наиболее часто употребимы в публицистических текстах, которым присуща большая свобода выражения авторской мысли. Для научного стиля больше характерны простые предложения.

Список литературы

1. Блох М.Я. Теоретические основы грамматики. – М, 2004. – 239 с.

2.Мельдианова А.В. Синтаксические особенности англоязычных авиационных текстов // Культура и цивилизация. 2017. Том 7. № 5А. С.490-495.

Виды сложносочиненных предложений в текстах авиационной тематики

Попов В.И.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Мельдианова А.В.
МАИ, Москва
krol1498@gmail.com

Основным направлением современного языкознания является синтаксис, как один из основополагающих и активно изучаемых разделов лингвистики. Главной единицей синтаксиса, в которой выражаются главные функции языка, такие как познавательная, коммуникативная и экспрессивная, считается предложение. Посредством предложений участники процесса коммуникации выражают свои мысли и чувства, понимают друг друга, взаимодействуют в различных сферах человеческой деятельности. Выявление семантических и структурных особенностей синтаксических единиц, анализ их строения, структурных свойств составляют основной предмет изучения в лингвистической литературе. В современной лингвистике не ослабевает интерес к изучению теории предложения и его типов, что подтверждает актуальность данного исследования.

Особой синтаксической единицей коммуникативного уровня является сложное предложение, которое, в отличие от простого, имеет более сложное строение. Основное различие между данными структурными типами заключается в количестве предикаций [2, с. 491]. Сложное предложение представляет собой полупредикативную синтаксическую конструкцию, образуемую двумя или более предикативными линиями [1]. Соединение предикативных частей сложного предложения может

осуществляться с помощью союзных средств (союзов и союзных слов) или бессоюзным способом, т.е. с помощью интонации.

В целом, изучение структурных типов англоязычных авиационных текстов свидетельствует о частотности в них простых по структуре предложений. В авиационных текстах они составляют 70 % от общего количества предложений. Сложные же предложения встречаются в 30 % случаев. Необходимо отметить, что среди сложносочиненных предложений наиболее часто встречающимися структурными типами являются предложения с соединительными и противительными союзами. Реже представлены предложения с разделительными, причинно-следственными союзами. Высказывания с бессоюзной сочинительной связью в авиационных текстах на английском языке крайне редки.

Результаты проведенного исследования позволяют получить более ясное представление о видах предложений в современном английском языке, и могут быть использованы в процессе обучения студентами технических вузов для более грамотной работы с авиационными текстами и технической документацией, в том числе при осуществлении перевода.

Особенности перевода англоязычных аэрокосмических текстов по специальности «Конструкция и проектирование двигателей»

Попов Д.В., Фоминых А.Р.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
Natarager@yandex.ru

Целью данного исследования является анализ проблем, с которыми сталкиваются студенты, обучаясь переводу англоязычных текстов аэрокосмической направленности.

Отмечаются следующие особенности обучения иностранным языкам в техническом вузе:

1. У поступающих на инженерные кафедры уровень владения иностранными языками часто низкий.
2. С первых дней занятий студенты должны овладевать новыми навыками технического перевода.
3. Каждая профильная кафедра в техническом вузе имеет свою узкую специализацию, поэтому содержание научно-технических иноязычных материалов по специальности сильно разнится.

Следовательно, упражнения для обучения техническому переводу должны быть подобраны в соответствии с уровнем знаний студентов и учитывать специальность будущих инженеров.

В данной работе предлагается несколько видов текстов (научно-технические аутентичные и адаптированные), а также варианты заданий к ним.

Даны материалы по теме «Авиационные и ракетные двигатели», изучая которые, студенты познакомятся с историей создания авиационных и ракетных двигателей, с именами ученых – исследователей в этой области, с перспективными направлениями развития силовых установок и принципами их работы, с вариантами развития двигателей в аэрокосмической области.

Предложенные авторами исследования упражнения содержат большое количество англоязычных аэрокосмических терминов, незнакомых студентам. Для облегчения восприятия, в каждом тексте новая лексика выделена курсивом. Дан пред- или послетекстовый словарь для систематизации новых терминов.

С целью формирования навыков по всем видам речевой деятельности (говорение, письмо, чтение) предлагаются различные виды упражнений: подстановочные, трансформационные, поисковые, аналитические, творческие.

Для примера, предлагаем возможный блок заданий по теме «Operatingprinciplesof pulsedetonationengine»: ознакомительный фрагмент адаптированного текста по специальности, словарь новых аэрокосмических терминов с вариантами заданий, творческое упражнение для формирования навыков говорения.

1. Просмотрите текст, обращая внимание на выделенные жирным шрифтом термины. О каком принципе работы идет речь? (Вариант задания: Просмотрите текст, обращая внимание на выделенные курсивом термины. Вспомните, в каких текстах вы уже встречались с ними?)

«Detonation has several advantages in comparison with conventional jet engine that is based on deflagration process, such as better efficiency coefficient and thrust-weight ratio, less engine fuel flow. Pulse detonation aircraft engine is a development of pulse jet engine, which construction is also simple, but the difference is that in pulse jet engine air/fuel mixture is also deflagrated as it does in conventional internal combustion engines…»

2. Переведите термины, опираясь на знания по специальности: (показана терминологическая группа «Detonationengines»; в предлагаемом далее списке перевод лексем указан для справки, в оригинале предлагаются только англоязычные термины):

• Deflagration – сгорание (топлива);

• Thrust-weightratio –тяговооруженность;

• Pulsejetengine – импульсный реактивный двигатель;

• Pulsedetonationjetengine – импульсный детонационный реактивный двигатель;

• Conventionalinternalcombustionengines – двигатели внутреннего сгорания, основанные на классических технологиях;

3. Сравните изученные ранее турбореактивные двухконтурные форсированные двигатели (ТРДД(Ф)) – turbofanafterburningengines - с предложенными в тексте импульсными детонационными двигателями по следующим характеристикам: удельная тяга (specificthrust), удельный импульс (specificimpulse), давление в камере сгорания (combustionchamberpressure).

Встречаясь с незнакомым термином, студент сразу обращается к интернет-переводчику, часто получая «кальку» - дословный, некорректный вариант. Грамотный подбор заданий при обучении иностранному языку помогает применять знания профильных предметов. Например, при переводе термина «conventionalmaterials» (материалы на основе классических технологий для создания пульсирующих двигателей), студента следует побудить перечитать текст и вспомнить характеристики материалов для реактивных двигателей (давление, температура), полученных при изучении предмета «Материаловедение». Целесообразно предложить подобный текст студентам второго курса второго семестра, сдавших экзамен «Материаловедение».

В связи с вышесказанным, делаются следующие выводы:

1. В настоящее время тема аэрокосмических исследований популярна во всем мире, поэтому необходимо постоянно совершенствовать словарный запас для чтения и понимания англоязычных материалов.

2. Крайне востребованы пособия, в которых задания представлены по узкой специальности, к примеру, по теме «Pulsedetonationengine».

Применение фреймворка автоматического анализа текста для решения практических задач

Поречный А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
alex.porechny@mail.ru

С появлением ЭВМ разработчики программного обеспечения стремятся создать программу, способную решать нетривиальные задачи: моделирование понимания и анализа речи и текста, синтез речи и текста, выполнение перевода с одного языка на другой, моделирование общения, информационный поиск, извлечение знаний и т.д.

Каждая из вышеуказанных задач включает в себя подзадачу по обработке естественного языка (NaturalLanguageProcessing, NLP). NLP – это направление компьютерной лингвистики, занимающийся изучением проблем компьютерного анализа и синтеза естественного языка.

Задачи NLP могут быть основными задачами для промышленной системы, например, программа-переводчик, поисковая система, или второстепенными: создание ключевых слов на основе описания товара в Интернет-магазине для улучшения их поиска в каталоге. Для первого типа задач необходима высокая точность анализа текста, для второго важнее количество потребляемых ресурсов, время на внедрение и приемлемая точность.

Существуют программные решения, способные обрабатывать текст, но для решения второстепенных задач они имеют недостатки: решение является результатом научно-исследовательской деятельности с целью развития компьютерной лингвистики, а не применение в промышленных системах, или решение является частью промышленной системы, из которой сложно или невозможно выделить компонент NLP, а также решение может требовать слишком большого количества ресурсов ЭВМ, что критично при решении второстепенных задач в промышленной системе.

Необходимо программное решение, реализующее алгоритмы NLP, разработанное для применения в промышленных системах и не требующие большого количества ресурсов ЭВМ.

Для решения поставленной задачи могут быть использованы методы машинного обучения или построены сложные нейронные сети, но это требует большого количества ресурсов за счёт хранения

данных о нейронной сети, например, для нейронной сети с одним скрытым слоем верхняя граница количества связей, примерно, равна удвоенному квадрату количества входных элементов [1], причем количество входных элементов может исчисляться десятками тысяч для русского языка, т.к. количество лемм в языке имеет около 390 тыс., а различных форм около 5 млн. [2], поэтому если вес занимает 8 байт, то размер занимаемой памяти весами связей исчисляется ГБ.

Применение алгоритмического подхода с использованием правил не позволяет достичь 100% точности, т. к. естественный язык невозможно полностью формализовать, но на примере разработанной системы машинного перевода RETRANS [3] можно сделать вывод, что с помощью данного подхода возможно добиться высокой точности решения многих задач NLP, при этом количество ресурсов потребуется значительно меньше, чем для нейронной сети, т. к. нет необходимости хранить большой объем данных.

Данный подход реализован во фреймворке автоматического анализа текста [4]. Каждый из этапов NLP реализован в виде отдельного модуля: графематический этап реализован с использованием регулярных выражений, морфологический на основе «Грамматического словаря русского языка» А. А. Зализняка, синтаксический с использованием правил, разработанных на основе результатов исследований при создании системы RETRANS. Фреймворк реализован на языке Java, является OpenSource-решением [5], инструмент морфологического анализа доступен в глобальном Maven-репозитории [6].

Фреймворк требует небольшого количества ресурсов и отличается простотой использования, отдельные инструменты были использованы при решении ряда исследовательских и практических задач. Фреймворк может применяться при разработке промышленных систем и имеет приемлемую точность анализа русского языка.

1. Kevin Swingler, Applying neural networks - a practical guide. Academic Press 1996, pp.I-XVIII, 1-303.

2. Официальный сайт OpenCorpora. URL: http://opencorpora.org/ (датаобращения 20.02.2019)

3. Белоногов Г.Г., Зеленков Ю.Г., Кузнецов Б.А., Новоселов А.П., Пащенко Н.А., Хорошилов Ал-др А., Хорошилов Ал-сей А. Интерактивная система русско-английского и англо-русского машинного перевода политематических научно-технических текстов: Сб. “Научно-техническая информация”, Серия 2. – М.:ВИНИТИ, 1993. №3

4. The Framework for Hypothesis Verification and Analysis of Natural Language Processing for the Russian Language / Ekaterina V. Politsyna, Sergey A. Politsyn, Alexander S. Porechny // Supplementary Proceedings of the Seventh International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts (AIST 2018), Moscow, Russian Federation, July 5-7, 2018. – CEUR WorkShop Proceedings, ISSN 1613-0073, Aachen, Germany, 2018. vol, 2268. pp. 25-33

5. Фреймворк для анализа русского языка. URL: https://github.com/jalexpr/TFWWT (дата обращения: 20.02.2019)

6. Инструмент морфологического анализа русского языка JMorfSdk. URL: https://mvnrepository.com/artifact/ru.textanalysis.tfwwt/jmorfsdk (дата обращения: 20.02.2019)

The prospects of single flight deck crew operations for commercial passenger transportation

Родионов Г.М.
Научный руководитель — доцент, Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
rodionovglebm@gmail.com

The prospects of single flight deck crew operations for commercial passenger transportation.

In the next 20 years, 35 000 aircraft will be manufactured, enchaced with 2-pilot cockpits, requiring around 600, 000 pilots. In the same period, Aviation industry is facing severe shortage of pilots, and major jetmakers suggest that reducing the number of pilots in the cockpit is just a matter of time.

More automation and aiding in the cockpit may become the fix, but this is the edge where legislation is strict. After couple of incidents, involving flagrant human factor, rules state that passenger planes with more than 19 seats must have a minimum of two pilots in the cockpit.

Difficulties with promotion of this project are quite common for aviation: As mentioned above the major concern is safety. We shouldn't forget about recent changes in cybersecurity sphere, which becomes a lot more complicated nowadays. Equally important - Feasibility issues. With huge reduction in costs of training pilots per plane, a lot of civil infrastructure will have to be modified, which is definitely costly and "long-haul" project.

Referenses:

1.Boeing.com, Orders & Deliveries, Annual orders + deliveries report through December 31, 2018
2.EASA SIB No.: 2015-04, EASA Safety Information Bulletin recommends minimum two crew in the cockpit.
3.Boeing raises prospect of only one pilot in the cockpit of planes. URL: https://www.theguardian.com/international (датаобращения 13.02.2019)
4.Single-pilot plane from boeing, more autonomous jet technology, cockpit. URL: https://www.independent.co.uk (дата обращения 13.02.2019)

Актуальность использования портативных оранжерей на космических станциях (по материалам англоязычных источников)

Сашин А.П.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
switteramm@gmail.com

Целью данного исследования является изучение потенциала использования космических оранжерей, размещенных на орбитальных станциях, оснащающих межпланетные космические аппараты или пригодных для колонизации далеких планет.

Философией проекта является сохранение среды обитания, привычной человеку, как в космическом корабле, так и при дислоцировании на других планетах (Марс, Луна). Как говорил К.Э. Циолковский: «Ракета для меня только способ, только метод проникновения в глубины космоса, но отнюдь не самоцель … Будет иной способ передвижения в глубину космоса, приму и его. Вся суть – в переселении с Земли и в заселении космоса». Для выполнения этой задачи оранжереи полного цикла незаменимы.

В представленной работе анализируются научно-технические, экономические, психо-социальные и биологические предпосылки к продвижению проектов обустройства плантаций растений и получению космического урожая на межпланетных кораблях и космических объектах.

Авторы исследования анализируют насыщенный экспериментами путь развития космических оранжерей. Еще в 1915 году советский ученый Цандер Ф.А. предложил проект оранжереи авиационной легкости. Уже в 1960 году в СССР летали в космос хлорелла, кукуруза, огурцы, лук. Королев С. П. в 1962 году обосновал идею космической оранжереи с постепенно наращиваемыми звеньями. Установка «Оазис» на «Салюте-4» в 1974 году впервые помогла получить горох из семян, в 1978 году космонавты В. Коваленок и А. Иванченков выращивают на орбите лук, а в 1980 космонавты В. Рюмин и Л. Попов на установке «Малахит» добиваются цветения в космосе орхидей. Космонавты В. Горбатко и Фам Туай с помощью электростимуляции корневой зоны и создания искусственной гравитации в центрифуге помогли растению арабидопсис зацвести (в «Светоблоке» оранжереи «Фитон»).

В исследовании подчеркивается, что для успешного развития проекта космических оранжерей необходимо уникальное оборудование. Бортовая оранжерея «Оазис-1А» на станции «Салют-7» и установка «Трапеция» были оснащена приборами по дозировке полуавтоматического полива, системой аэрации и электростимулирования корневой системы, а сосуды с растениями перемещались по направлению к источнику света. Эксперименты «Оранжерея-4» и «Оранжерея-5», 1999 год способствовали тому, что на космической станции «Мир» в 2000 году была смонтирована первая в мире полностью автоматическая оранжерея «Свет».

Международное участие также успешно: в апреле 2014 года грузовой корабль DragonSpaceX доставил на МКС оранжерею Veggie. Система контролирует свет и питание. В августе 2015 в меню астронавтов включили свежую зелень, выращенную в условиях микрогравитации. На российском сегменте МКС сейчас функционирует космическая оранжерея «Лада» (2015 год установки) и ее модификация «Лада-2» (2017 год ввода), за которые отвечает Институт медико-биологических проблем РАН.

Также проводятся исследования и на Земле. В 2014 году американский биолог Майкл Маутнер вырастил картофель и спаржу на измельченном размолотом метеоритном грунте. Но на Марсе возможно содержание тяжелых металлов. Чтобы проверить, насколько опасно для человека выращивать растения там, ученый Вагер Вамелинк культивировал растения на имитированной «Марсианской почве». Проведя химический анализ, он доказал что содержание вредных металлов в выращенных редисе, ржи и горохе не опасно для человека.

Главный вопрос, который требуется решить при создании космических оранжерей – это влияние разных факторов космического полета (в частности, невесомости) на пригодность растений.

Основополагающая задача для обеспечения здоровья космонавтов – создание замкнутого цикла жизнеобеспечения на борту. Углекислый газ и другие продукты жизнедеятельности экипажа поглощаются растениями и, взамен, мы получаем кислород и еду. Круговорот ресурсов на борту.

Социо-психологический эффект от оранжереи на экипаж космического корабля изучался в двух наземных проектах: GreenHouse (Mars-500) в Москве и полугодовой эксперимент с имитацией полета в космос на китайских космических кораблях «Шэнчжоу» («Волшебная ладья» или «Священный челнок»).

Система питания является важнейшим аспектом межпланетных полётов. В этом контексте работы ведутся по всему миру, что требует общения с единомышленниками на иностранных языках и применения международных терминов. Знание базовой лексики по специальности необходимо. В данном исследовании показаны следующие примеры терминов: spacegreenhouse – космическая оранжерея, supplysystem – система питания, watercirculation - циркуляция воды, lifesupportsystem – система жизнеобеспечения, т.д.

В исследовании делается вывод о том, что идея космической оранжереи имеет успех, что доказывает жизнеспособность и целесообразность таких плантаций не только для нужд освоения космоса, но и для бытового использования.

Актуальность изучения латинского языка в XXI веке

Серебрякова В.А.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Москва
cool-varvara@yandex.ru

Латынь появилась в прибрежных районах Апеннинского полуострова в середине II века до нашей эры. Он является одним из древнейших письменных языков индоевропейской группы. Возможно, этот факт обуславливает сложность изучения этого языка, с которым не каждый сможет справиться. Безусловно, латинский это сложная система морфологических, фонетических и синтаксических правил, однако еще одна трудность, которая встает на пути людей, решивших заняться его изучением – отсутствие сохранившихся носителей языка. Человечеству известно несколько этапов формирования латинского языка: архаический, классический и постклассический, поздний, средневековый, а также латынь нового времени. Интересный факт о котором мало кто знает: несмотря на свой возраст латынь до сих пор является официальным языком Мальтийского ордена и государства Ватикан.

Пушкин в поэме «Евгений Онегин» писал: «Латынь из моды вышла ныне». К сожалению, или к счастью величайший русский поэт ошибался. В современном мире невозможно представить работу юристов, врачей, фармацевтов и биологов без знания древнейшего языка.

COR-сердце, CEREBRUM- мозг, PALMA-ладонь; вся медицина строится на знании латинского языка, это произошло в связи с геополитическими обстоятельствами. Медицина активно процветала в древней Греции, которая была захвачена и включена в состав римской империи, которая в свою очередь использовала латинский язык в качестве разговорного. Фармацевтика, как и биология тесно связаны с медициной, поэтому использование латинского языка как «международного» для естественных наук было абсолютно логичным и самопроизвольным.

Российское законодательство относится к романо-германской правовой системе, которая основана на частном римском праве, поэтому для лучшего ориентирования в терминах изучение латыни в юридических образовательных учреждениях обязательно.

Современная система образования не позволяет студентам медицинских и юридических вузов изучать язык в полной мере, хотя это крайне необходимо для их будущей профессиональной реализации. Нельзя не отметить, что даже в современном разговорном языке латинский оставил значимый след. Многие фразеологизмы позаимствованы именно из этого древнего языка. «Otemporaomores»- О времена о нравы; «Momentomori»-Помни о смерти; «Venividivici»-Пришел увидел победил; «Invinoveritas»- Истина в вине, хотя лишь немногие знают, что это укороченная фраза, и наши предки не призывали нас употреблять алкоголь. В оригинале фраза звучит так: «Invinoveritas, inaquasanitas», что означает – Истинна может и в вине, но здоровье в воде. Однако правитель древней Греции Гай Плиний Секунд решил, что так звучит намного красивее.

Сделав вывод о том, что латынь является языком наук, необходимо ввести ее как дополнительный предмет в общеобразовательных школах, чтобы на следующих этапах обучения люди не испытывали стресс знакомясь с чем-то абсолютно новым. Зубанова С.Г. в своей работе «Древние языки и культуры» наиболее точно описывает актуальность латыни в наше время. Существует множество

вспомогательных пособий для учеников и преподавателей: Подосинов А.В. «Латинский язык в школе: история, задачи и методика преподавания», Солопов А.И., Антонец Е.В. «Латинский язык», Федорова Е.В «Введение в латинскую эпиграфику» и другие.

Что же касается последующего обучения, методы варьируются в зависимости от профессиональной сферы.

Все вышесказанное, позволяет прийти к выводу, что любая наука связана с латинским языком, а, следовательно, невозможно представить изучение биологии, математики, ботаники и права без базовых знаний латыни.

Список литературы

1.Зубанова С.Г. Древние языки и культуры. Учебное пособие. М.: Лика, 2014. – 270 с.

2.Подосинов А.В. Латинский язык в школе: история, задачи и методика преподавания. М.: Русское слово, 1996. – 92 с.

3.Солопов А. И., Антонец Е.В. Латинский язык: учебник и практикум для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2018. –458 с.

4.Федорова Е. В. Введение в латинскую эпиграфику. М., Изд-во МГУ, 1982. - 256 с.

5.Akin Williams, B.A. Latin & Biology, Johns Hopkins University Would learning Latin help me understand medical terms? URL: https://www.quora.com/Would-learning-Latin-help-me-understand-medical-terms (дата обращения: 20.02.2019)

6.Hans Aili, Department of Romans Studies and Classics, Stockholm University; The ancient language of learning and science. URL:https://www.latinitium.com/blog/language-of-learning-and-science

7.Пушкин А.С. «Евгений Онегин». М.: Азбука, 2016.- 448 с.

8.Плиний Старший Гай. Естествознание. Об искусстве: [Кн. 33-36] / Плиний Старший; Пер. с латин., предисл. [с. 5-28] и примеч. Г. А. Тароняна. М.: Науч.-изд. центр "Ладомир", 1994 (1995). – 939 с.

Современный подход к вопросу проектирования схем пленочного охлаждения

Серединов Б.А., Ежов А.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Ежов А.Д.
МАИ, Москва
riridi@mail.ru

The task of ensuring the required thermal regime of turbine blades is one of the most important engineering tasks of modern aircraft engine development. First of all, this is due to the constant increase in the requirements for the operating temperature at the outlet of the combustion chamber and, as a consequence, to the thermal protection of the turbine blades. The most effective method of thermal protection of turbine blades at the moment is film cooling. Despite the fact that this method has been widely used for a long time, the developers of modern domestic and foreign propulsion systems do not stop working to improve the efficiency of film cooling, so that new and interesting engineering solutions regularly appear in the literature.

Traditional film cooling schemes, which are systems of one -, two- and multi-row discretely arranged inclined holes are characterized by a number of disadvantages, one of which is the high flow rate of the coolant and the relatively low cooling efficiency at high airflow parameters. This is primarily due to the separation of the gas flow from the cooling surface and the appearance of a secondary vortex structure. The observed phenomenon destroys the film flow of the coolant and facilitates the mixing of high-temperature gases from the main flow with the gas from the cooled surface. This problem is partially solved by changing the output section of the cooling channels.

Most of the proposed high-performance engineering solutions in the field of film cooling are characterized by a complex manufacturing technology of blades and, as a result, high production costs. The use of the superheated steam followed by the injection of steam or mixtures of steam and air into boundary layer and cooling of the near-wall layer will lead to reduction of air taken for cooling the heated elements of the turbine due to higher, compared to air, values of the heat capacity and heat transfer coefficient for superheated steam. Despite the described advantages, one of the disadvantages is a complex scheme of steam distribution in the cooling system of the gas turbine engine, as well as its price. In addition to the fully open cooling system, it is also possible to implement a partially open system in which superheated steam circulates in a closed-loop cycle, cooling the inlet edge, as well as the trough and the back of the blade, while air flows out of the holes on the rear edge of the blade, providing a protective film. The use of modern technology of three-dimensional printing will avoid possible difficulties in the manufacture of blades with complex geometry of the coolant flow.

Thus, the proposed approach in this paper will provide the required cooling efficiency in combination with less labor-intensive, additive manufacturing technology, which in turn is of high practical interest.

Прагматические особенности использования английского языка в сфере IT

Симонова А.О.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
kujinechek@gmail.com

Английский язык в последние десятилетия стал рабочей средой для программистов. Большинство крупных компаний, объединяющих IT-специалистов — международные, такие как Microsoft, HP, Nintendo, ElectronicArts или IBM. Работа в них требует наличие специальных навыков, и в том числе навык использования профессионального английского языка. Английский для программистов используется как для общения, коммуникации с иностранными партнёрами, коллегами и клиентами (коммуникативная функция), так и в сфере разработок, как рабочий язык (практическая функция). Практическая функция использования языка заключается в искусственном диалоге, который возникает во время написания кода между человеком и компьютером. Для оптимизации этого диалога были разработаны интегрированные среды и созданы языки программирования. В большинстве случаев язык программирования близок к английскому, в нём отсутствуют предложения, а также установлены особые правила синтаксиса. С помощью этого специализированного языка IT-специалисты могут обращаться к различным функциям компьютера и писать программы. Структура языка упрощена и включает в себя только алфавит, лексику и синтаксис, так что заимствование английских слов для задания переменных или в качестве операторов требует от программистов знаний в области английского языка. Английский язык связан с информационными технологиями не только на уровне программирования, он имеет применение и в других её отраслях, например, в области изучения искусственного интеллекта. Встроенный искусственный интеллект, такой как «Алиса» в «Яндекс.Браузер» или «Cortana» от Microsoft позволяют переводить тексты, используя принцип поэтапного анализа и сравнений. Созданные разработчиками модели искусственного интеллекта нацелены не только на достижение наилучшей оптимизации системы перевода, но и на соблюдении правил лингвистики и языковой этики. Искусственный интеллект используется и при обучении английскому языку. Используя приложения на смартфонах и компьютерах, люди могут оптимизировать своё изучение английского, сделав его интерактивным. Искусственный интеллект подстраивает учебную программу под конкретного студента, генерируя тем самым индивидуальный подход. Английский язык необходим IT-специалистам на каждом шаге их работы, это один из их инструментов, который также важен, как и специальные знания. Если программист не касается ни машинного перевода, ни сферы искусственного интеллекта, ни какой-либо другой области, связанной с языком, он умеет писать код, а значит, использует английский постоянно. Расширение багажа англоязычных терминов необходимо для программиста, также как курсы повышения квалификации и изучение новых языков программирования.

Список литературы

1. Кэти Сьерра, Берт Бэйтс. - Изучаем Java. 2-е издание. М.: Эксмо, 2016. - 720 с.
2. Журбенко Н.Л. Использование современных педагогических технологий для повышения эффективности обучения иностранным языкам в неязыковых вузах // Интернет-журнал «Мир науки», 2018 №2, https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN218.pdf (доступ свободный)
3.Грацианова Т.Ю. Программирование в примерах и задачах. М.: ЛабораторияЗнаний, 2016. - 368 с.
4. The Future Computed. Artificial Intelligence and its role in society. By Microsoft. Redmond, Washington. U.S.A. 2018. – 146 p.
5. ДжеффХокинсиСандраБлейксли. Обинтеллекте. ИД «Вильямс». 2007. - 332 с.

Заимствованные слова – сможем ли мы понять друг друга?

Склизков К.А.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Москва
kirill.sklizkov@gmail.com

Давайте представим ситуацию, когдаво время общениялюди, родной язык которых русский,не понимают друг друга. Неужели такое может быть? Что может послужить причиной непонимания людей вне зависимости от их возраста, работы, хобби, статуса?..

В конце 90-х заимствование слов было обусловлено скачком в сфере цифровых технологий, а также внедрением технических терминов. В наше время новые слова все чаще приходят к нам из

культуры и развлечений (музыка, игры и т.д.), поэтому велика вероятность того что люди среднего возраста не поймут подростка (например, такие слова как: хайп, гоу, фейл...), но в свою очередь могут остаться непонятыми более старшим поколением.

Заимствованные слова являются неотъемлемой частью лексикона современных подростков. Некоторые исследователи считают, что именно развитие сети Интернет, межкультурные коммуникации,а также интерес к новоймоде, новым течениям и чужой культуре приводит к появлению заимствований и, в свою очередь, кнекоторому недопонимаю говорящего.

Все чаще начинает встречатьсятакой вид заимствований какэкзотизм, т.е. экзотические слова не свойственные родному языку. В основном они употребляются для придания речи местного колорита при описании чужеземных нравов, обычаев и традиций(хайп, гоу, фейл, чипсы и др.). Экзотизмы не имеют русских синонимов.

Нельзя не согласиться с тем что «Заимствование – один из важнейших путей обогащения словарного состава языка»и процесс заимствования слов – это положительное явление, которое развивает наш язык, но не стоит забывать, что во всем необходимо знать меру.

Список литературы

1.Бокова Л.М. Заимствования последних лет в современном русском языке (на материале современной публицистики) // Молодежный научный форум: Гуманитарные науки: электр. сб. ст. по мат. LIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 1(52). URL: https://nauchforum.ru/archive/MNF_humanities/1(52).pdf (дата обращения: 26.02.2019)

2.Бураков П.Е. Проблема использования заимствованных слов в русском языке // Молодежный научный форум: Гуманитарные науки: электр. сб. ст. по мат. XLI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 1(40). URL: https://nauchforum.ru/archive/MNF_humanities/1(40).pdf (дата обращения: 26.02.2019)

3.Денисова О.И. особенности заимствований в немецком и английском языках (на материале научно-технической терминологии) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2016. № 6. с.72-79.

4.Тищенко Л.С. Заимствование иностранных слов в русском языке // Гуманитарные научные исследования. 2017. № 1 [Электронный ресурс]. URL: http://human.snauka.ru/2017/01/18688 (дата обращения: 20.02.2019)

5. Трубинова Е. А. Заимствования как процесс изменения языка // Молодой ученый. — 2016. — №10. — С. 1209-1212. — URLhttps://moluch.ru/archive/114/30182/ (дата обращения: 31.03.2019).

Artificial intelligence in aviation

Слесарева Д.С.
Научный руководитель — Вечеринина Е.А.
МАИ, Москва
sls-daria99@yandex.ru

Since ancient times humanity 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 smart phone. The most famous technology in Russia that uses AI is a virtual assistant Alice developed by Yandex. Besides performing common tasks, such as internet search or weather forecasts, it can run applications and even chit-chat!

We all understand that because of recent breakthrough in the field of computer science the sphere of artificial intelligence has reached its peak of popularity. That is why my project is dedicated to development of using artificial intelligence in aviation.

Artificial intelligence is applied when machine mimics cognitive functions that humans associate with other human minds, such as «learning» and «problem solving». There are different approaches to studying the paradigm of artificial intelligence. The most famous is the Turing test, developed by Alan Turing in 1950 The player «C» tries to guess, which player «A» or «B» is a computer and which is a human. Player «C» uses only responses to written questions to make the determination. The test seems to be easy to pass yet the first software passed this test in 2014 The program convinced the judges it was a thirteen year old boy, who liked hamburgers and lived in Odessa. Thereupon we can make a conclusion that artificial intelligence can ponder almost as good as a human being.

For example, US military air forces created artificial intelligence and its actions surpass those of human in stressful situations. This artificial intelligence has already passed major part of the experiments though it was created in several months! On the one hand specialists consider this invention to improve the security level, on the other hand it is said that artificial intelligence can not replace human in some cases.

I can not judge whether the usage of artificial intelligence will enhance security level of the flights as I am not competent enough in this sphere. Still I am convinced that AI can streamline our everyday life and in some cases the usage of artificial intelligence instead of human leads to better results of work.

The problem of using artificial intelligence in spheres where the life of a human depends on decisions made by software itself is quite controversial. However the wheels of progress never stop turning and maybe some day aircrafts will become self-controlled.

Мультипоточная SCTP стеганография

СурженкоА.С., Митрофанова Е.В.
Научный руководитель — Мусина Е.Д.
МАИ, Москва
artem.sur@mail.ru

The problem of confidentiality preservation appeared a long time ago. For this purpose, two solutions had been developed: the steganography and the cryptography. Cryptography uses encryption to hide information while it is transmitted through open channels. Steganography, as opposed to cryptography, does not encrypt information, but it hides the fact, that confidential information is being transmitted.

History has shown a lot of examples of steganography applications. Among them is sympathetic ink, that was widely used in XX century. Such inks were visible only in specific conditions.

Nowadays, due to development of computer technology, classical steganography has lost its relevance. The focus has moved on so called network steganography. It is based on utilization of network protocols as a steganogram carrier by modifying content of the packets, modifying time relations between packets, or using a hybrid solution. This type of steganography was invented by polish scientist Szczypiorski in 2003.

Since then, network steganography has been developing rapidly. Many methods were discovered. One of the newest and the most efficient method is SCTP-steganography. This method uses multi-streaming feature of SCTP (Stream Control Transmission Protocol) protocol to hide information. Multi-streaming means, that each SCTP connection can use one or more streams, which are unidirectional logical channels between SCTP endpoints.

The principle of how secret channel works is described with the next identifiers:

1) Stream Identifier (SI) – stream mark (for 4 streams SI will be ‘00’, ‘01’, ‘10’, ‘11’);
2) Stream Sequence Number (SSN) – in-packet numeration of chunks (1A, 1B…);
3) Transmission Sequence Number (TSN) – global numeration of chunks (1A, 3C, 4B…).

Method involves TSN assignment based on a determined rule. Users (Alice and Bob) initially agree on an amount of number of streams. Let it be 4 in our example. Each stream is marked with Stream Identifier (SI), which is a binary sequence from ‘00’ to ‘11’. It means, if the message is transmitted over the first stream, it carries ‘00’ secret bits, if it is transmitted over the second channel – ‘01’, and so on.

For example, if Alice wants to secretly transmit information sequence ‘1011’, she primary sends packet over the third channel. Bob interprets it as ‘10’. Then she sends package over the fourth channel. For Bob it means ‘11’. Alice’s packets will be marked as ‘3A’ and ‘4A’ in TSN notation.

In conclusion we could say, that SCTP-steganography is one of the most reliable methods of modern steganography. Due to low probability of detection, multi-streaming SCTP steganography is considered a very perspective method.

Список литературы

1. Пескова О. Ю., Халабурда Г. Ю. Применение сетевой стеганографии для скрытия данных, передаваемых по каналам связи // Известия ЮФУ. Технические науки. 2012. №12 (137). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-setevoy-steganografii-dlya-skrytiya-dannyh-peredavaemyh-po-kanalam-svyazi (дата обращения: 18.01.2018).

2.Hiding Information in a Stream Control Transmission Protocol. Fraczek, Wojciech & Mazurczyk, Wojciech & Szczypiorski. URL:https://arxiv.org/abs/1104.3333 (датаобращения: 18.02.2018).

3.Stream Control Transmission Protocol Steganography. Fraczek, Wojciech & Mazurczyk, Wojciech & Szczypiorski, Krzysztof. URL: https://arxiv.org/abs/1006.0247 (датаобращения: 18.02.2018).

The Software of Apple Smartphones

Терехова В.В., Комарова Ю.О.
Научный руководитель — Мусина Е.Д.
МАИ, Москва
pelmcorp@gmail.com

It is known that today there are lots of different firms producing smartphones, tablets and computers, but there is only one company that stays on the top for years. In our opinion, Apple corporation is the best on the device market. Apple has developed the software for its gadgets called IOS that makes them easy to use, high-tech and multiparpose for different categories of consumers. Today IOS smartphones are the most popular phones in the world.

On January 9, 2007 Steve Jobs showed at the Macworld Conference one of the best presentations of Apple - the first iOS-based iPhone. iOS is one of the oldest mobile platforms but it does not mean that it lacks of functions, tools or power. No doubt, Apple was able to make iOS one of the most functional and supported operating systems that exist at the moment. Every year, experts and developers improve iOS, that's why the number of users of this mobile platform increases every day.

The Apple iOS software unlike Google Android is available only for devices manufactured by Apple: an iPhone, a iPod Touch player and an iPad tablet. This operating system today occupies a leading position in the market of mobile platforms. That means that if you're buying an iPhone, you just need to pick a model. Because many companies make Android devices, you have to pick both a brand and a model, which can be a bit confusing. Many experts find IOS IPhones more advanced, more durable and more convenient than Android phones for a typical user.

Apple company has become very popular, so the prices for their products are quite high, but this is further confirmation of quality, guarantees and reliability. In contrast to the Android products, Apple smartphones continue working properly until the OS is compatible with the device. It should also be noted that anyone can use IOS, it is simple and universal, while for using an android it will take a long time to figure out the infinite settings.

As you can see Apple has done a great job in creating and improving the iOS system. With each version of iOS the system improved more and more attracting new users and retaining old customers. According to statistics, iOS is the most popular mobile platform in the world which is gradually gaining more and more popularity.

О сходимости и погрешности аппроксимации индикаторной функции в вероятностном критерии

Торишный Р.О.
Научный руководитель — Коротун В.Л.
МАИ, Москва
Arenas-26@yandex.ru

In this paper general optimization problem with stochastic uncertainty is considered. Mathematically, the problem is interpreted as optimization of the loss function with a parameter being a random variable. The probability criterion is chosen as criterion of optimality. In these problems loss function and criteria value can be inconvenient to calculate due to complexity of stochastic part and other difficulties. That's why the problem of criteria approximation is important.

The main difficulty lies in Heaviside function, which discontinues at zero and has complicated derivatives. So the main idea behind this article is approximation of Heaviside function using sigmoidal function. Latter function is continuous and has derivatives that are easy to calculate. These facts allow us to use quick first-order optimizations methods to solve the original problem.

Equations for value and gradient of probability criteria were obtained earlier by authors. This article represents two new and major results that are necessary for future development in this area.

First, the convergence of sigmoidal function to its discrete original analogue if parameter of sigmoidal function tends to infinity was proven. The extreme point of approximation was found.

Second, the equation of probability criteria approximation error was obtained using the functions majorizations and integral estimations. Also, additional fact of convergence of approximated probability criteria function to its original analogue was proven.

Список литературы

1. Ширяев А. Н. Основы стохастической финансовой математики: В 2 т. Т. 1: Факты, модели. М.: МЦНМО, 2016. 440 с. 3.

2. Koenker, R. Quantile Regression. Cambridge University Press, 2005. 366 p.

Экономическая обоснованность разработки и эксплуатации ракет-носителей с возвращаемыми многоразовыми ступенями

Трахман Р.А.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Анурова О.М.
МАИ, Москва
cdexswzaq2015@mail.ru

Due to the commercialization of space launches, more efficient launch vehicles are demanded. One of the latest steps to increase the efficiency of carrier-rockets is the development of retrievable and reusable stages.

But is this technology as efficient as it was meant to be? On the one hand we have Space X: a company that seems to be a successful operator of carrier-rockets with reusable stages. But on another hand no information about rentability of the company is being published. Yet we know that U.S. government supports Space X financially. Moreover, other countries and companies ceased or cancelled the development of their prototypes of such technique. This makes us doubt, whether the use and development of such rockets is economically feasible. Let's try to find out.

There are several designs of such rockets, but all of them possess common deficiencies comparing to the single-use launch vehicles. They are higher modularity, less power-to-weight ratio, less cargo weight and many others. Furthermore, there are unsolved tasks, such as post-landing maintenance and defectoscopy, which definitely will be expensive and take relatively long time.

Today there are several common types of reusable rocket stages. They are divided by the type of landing. The first type is an airplane-like landing stage. Its benefits are relative simplicity of control and high stability in the atmosphere. Mainly its deficiencies are dramatic growth of drag and high weight. It is worth stating, that economic efficiency of such design may be increased by refining one. For instance, better control performance and drag reduction can be achieved by using variable sweep wing with split ailerons. But yet it takes relatively big financial investments in research and advanced development.

The second type is parachute-landing design. The only benefits of one are simplicity and a light weight of a landing system. Unfortunately, such system is practically uncontrollable and highly depends on weather conditions near the earth's surface, which was proven by Space Shuttle's solid rocket boosters landings. They were a part of its launching system. Boosters could only be landed in the ocean, as long as their vertical descending speed was as big as 23 meters per second, and their landing spot was practically unpredictable. This way such landing is not suitable for remarkably more complicated and fragile liquid fuel rocket stages.

The third type is jet-braking design, the one used by SpaceX. Here the rocket stage performs a complicated maneuver, directing its thrust vector against the speed vector. At the altitude, where an engine still can start and yet be efficient it turns the last on and reduces speed, slowly descending and orientating itself using thrusters to land at a defined area. Apparently, such design is lighter than the first one, but at the same time it is more complicated and modular that makes it less reliable. Moreover, it demands highly specified surface to land on. Last but not least, Space X has managed to use a stage only twice, which proves low reliability of such machine. All of that makes its operation more expensive, than regular space rockets, and so less reliable.

From the statements above we could conclude that with the current extent of the scientific development the concept of such technology is practically useless due to low rentability, but there is another way such carrier-rockets could be applied.

In 2017 Space X introduced their vision on the manned flight to Mars, where retrievable rocket stages play an important role. This way it is supposed to save resources on building and launching carrier rockets to deliver a spacecraft and a fuel tank to earth's orbit. Unfortunately the rentability of this concept has not been proven yet. As soon as launching vehicle, a space ship and a fuel tank will be developed, this concept is to be put to proper trial.

We can conclude that for now the use of such technology in daily orbit launches is economically unfeasible, but it can be used for complicated space missions, such as manned flights to other planets of solar system.

Список литературы

1. Лахтин Ю.М, Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших учебных заведений. М.: Машиностроение, 1990. -528 с.

2. Алмасов В.Е., Дреналин А.Ф., Тишин А.П. Теория ракетных двигателей: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов // под ред. В.П. Глушко. М.: Машиностроение, 1980. 533 с.

3. В. Максимовский. Байкал-Ангара. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Байкал-Ангара (Дата обращения: 11.02.2019)
4. Space X. Making life multiplanetary. URL: https://www.spacex.com/mars (Дата обращения: 14.02.2019)

Лингвистические особенности англоязычных тестов официально-делового стиля

Цюхова П.И., Узакова О.Э.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Мельдианова А.В.
МАИ, Москва
shastikcat@mail.ru

Английский язык давно перестал быть средством национального общения, вышел на международный уровень и активно используется в странах, где грамматические, фонетические, синтаксические традиции значительно отличаются от традиций английского языка. Изучение данных традиций способствует получению всестороннего представления об особенностях функционирования английского языка, выявлению отличительных свойств и закономерностей, свойственных английской речи в целом. Это касается и сферы делового общения. Ввиду увеличения международных контактов в сфере торговли, производства, услуг и т.д. на первый план выходит доступность и логичность, что невозможно без знания правил и традиций английского языка [1, с. 19].

Стиль официальных документов (юридических документов, постановлений, договоров, аттестатов, справок и т.п.) отличается значительной традиционностью языкового оформления [2]. Он характеризуется ясностью и четкостью речи, логичностью, объективностью и официальностью.

Среди лексических особенностей деловой документации выделяются архаизмы, иностранные слова, специальная терминология и фразеология, аббревиатуры, сокращения, иностранные заимствования. Отличительной чертой текстов официально-делового стиля является также отсутствие эмоционально-окрашенной и оценочной лексики, образных средств таких, как метафора, метонимия.

Грамматические особенности официально-делового стиля в английском языке характеризуются наличием распространенных предложений, безличных конструкций, модальных глаголов, а также конструкций с неличными формами глагола, сложных атрибутивных сочетаний.

Таким образом, лингвистические особенности английских текстов делового стиля многообразны, представляют эстетический и практический интерес. Их всестороннее изучение и исследование позволяет сформировать четкую картину всего потенциала языковых средств, используемых в деловых документах на английском языке, и помогает избежать трудностей в переводе деловых текстов с английского языка на русский.

Список литературы

1. Мельдианова А.В. Средства выражения будущего времени в текстах официально-делового стиля // Успехи современной науки. Том 3. № 4. М., 2017. – С.19-22.
2. Скребнев Ю.М. Основы стилистики английского языка. М., 2000. – 224 с.

О формировании языка общения международных космических экипажей

Чуманов Н.А.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
nikita20021999@mail.ru

Development of international cooperation in the study and exploration of outer space is an extremely important task nowadays. The value of cooperation in this area is obvious and can be explained by a number of reasons. First of all, this is globality of the sphere of space research, the rapid growth in the number of tasks that cannot be solved without the participation of scientists and specialists from different countries. In addition, the huge cost of space projects cannot be realized independently. One of the most serious projects in this sphere is, of course, the international program of the ISS, in which Roscosmos participates together with the European Space Agency, as well as with the space departments of Japan and Canada.

In this connection, the question of the formation of the communication language for the international crews of the ISS, which promotes good mutual understanding and rapid interaction of cosmonauts, especially when performing tasks that require joint collective solutions, seems to be topical. For a long time, the United States and Russia remained the world leaders in space research, and, as a result, the status of official languages in this field was established for the English and Russian languages.

American astronauts are required to know Russian in order to control the ISS according to instructions written in Russian, as most of the modules of the ISS are produced in Russia, and since July 2011 astronauts of all countries have been delivered to the ISS by the Russian spaceship Soyuz. In their turn, Russian cosmonauts are trained in English at least in the amount of the basic language, receiving the amount of linguistic knowledge needed to work with foreign technical texts and professional communication with colleagues from the United States and other countries. Thus, it can be stated that there is a bilingual communicative situation in the ISS project. However, during the joint work there would be moments when it is easier to use the Russian word instead of English, or vice versa — the name in English is easier to remember than in Russian. In this case, the crew uses a kind of Russian-English macronism, which received the official name «Runglish" (Russian+ English). Astronauts already have a lot of stable expressions in this language. For example, if they need to cover the hatch, but not completely, then the "Runglish" word "приклозь" (from the Russian "прикрыть" and English "close") is used. It is worth noting that such an unusual interweaving of two languages caused interest among specialists in the field of linguistics, who were seriously engaged in the study of this phenomenon.

Further optimization of the communication and information support of the ISS project is carried out by creating language aids for cosmonauts and astronauts, as well as for specialists of the ISS project, which include general scientific, general technical and special terms related to astronautics and space technology. When selecting lexical material for these manuals, the principles of the semantic value of lexical units, which reflect the most important and necessary concepts for ensuring the coordinated activities of the crew, are taken as the main ones.

The development of international cooperation in the study and exploration of space continues to expand, and at the same time, the lexical support of these process will also develop, which may lead to the future formation of an interlanguage unified terminological base. This confirms the relevance and prospects of this problem research.

Список литературы

1.Айбазова О.Р. Рунглишский язык и его особенности // Старт в науке. 2017. № 4-2. С. 254-258. URL: http://science-start.ru/ru/article/view?id=718 (дата обращения: 13.02.2019).

2. «Русский стал первым языком в космосе. URL:https://www.roscosmos.ru/3553/ (дата обращения: 14.02.2019).

Обзор способов и правил передачи информации между пилотом и диспетчером в сфере гражданской авиации

Шаков Н.В., Серединов Б.А., Корольский В.В.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Коротаева И.Э.
МАИ, Москва
dispapear@gmail.com

In civil aviation there are five general types of communication:

- Speech
- Non-verbal communication
- Written communication
- Written & graphic communication
- Human/Machine & Machine/Machine communication

Speech or verbal communication is the most common communication medium, because it is the easiestto perform, people use it both on and off job. Verbal communication is a big part of the aircraft operations, it happens everywhere from cabin crews greet passengers to be onboard to pilots communicate with ATC,and between ground departments etc. Speech is formed by the conventional four primary characteristics, theyshape the meaning and emotions of the information being communicated, these are intensity (decibels),frequency (Hertz), harmonic composition or quality, and the time or the speed with which words are spoken.

Non-verbal communication (NVC) is an essential part of all person to person situations. It assists thesuccess of a speech, it is impossible to discuss oral communication without taking NVC because only up to1/3 of a message in a person-to-person situation is conveyed by words alone. Also, people rarely trust justwords, and always had the ability to read non-verbal cues, everyone signals thoughts and emotionsinvoluntarily. However, people's basic non-verbal behaviors are learnt from environment and culture,therefore it is important not to misinterpret the behavior of people from a different culture or social group.

(Spinner, 1998) Body language and physical appearance are the major two types of NVC.

Written communication is also extensively used in air transport operations, such as flight deckdocumentations which included operation manuals, checklists, data cards etc., these are all a part of dailyflight operations. It is a one way communication, the checklist or documents send the information but it isup to the pilots to interpret the message and then take actions based on their understandings.

Written & graphic communication. This type of communication is usually used in flight map, charts andcabin display, for example, safety demonstration on screen before takeoff. Same as non-graphic writtencommunication, it is one way only, however it's more visualized than just words, therefore it provides moreclarity of the message send.

Human/Machine & Machine/Machine communication. This type of communication is usually referredto automation. Automation in aviation is concerned with reducing pilots' workload, enables the pilot toaccomplish the tasks with increased safety and efficiency. Today's automation system in aviation has beendescribed as the “human-centered automation”.

Numerous cases of poor communication carry significant risks to the crew and passenger safety. Lately anumber of measures have been taken to reduce the number of language misunderstanding cases in the air.

Among these measures are:

• Tightening control over the level of language skills of foreign pilots and traffic controllers according to ICAO standards;

• Development of requirements for control over pronunciation and speech speed.

It is necessary to understand that the level of knowledge of the language is as important for aviation securityas any other aspect.

The purpose of any communication is to provide unambiguous and correct information to other pilots anddispatchers. Thus, the manual on the international civil aviation organization, Chapter 2, paragraph 1, States:"the ICAO standard phraseology shall be used in all cases for which it is established. Only when the standard phraseology cannot be applied to the intended transmission the simple spoken language is used." However,the pilot or traffic controller receiving the message must perceive the information being transmitted correctly.

The main priority of civil aviation is flight safety. This has led to increased demands for radiocommunications. Studies have shown that the more reports are sent, the lower the risk of an accident is. Ifthe radio message is misunderstood or misrepresented, it may result in safety concerns.While conducting a flight over the territory of the Russian Federation, the crew communicate in Russian,however when flying in the area of international airports, radio exchange is conducted both in English andin Russian. This significantly increases the risk of misunderstanding between airport traffic control members,and therefore affects the safety of the flight. That is why the implementation of radio exchange between thepilot and the traffic controller in English only significantly increases the level of air traffic safety

Анализ возможностей пилотируемой космонавтики в наше время (по материалам англоязычных источников)

Шалопанова О.А.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
olga.shalopanova.99@mail.ru

В наше время пилотируемая космонавтика развивается быстрыми темпами. Особенно волнуют людей перспективы продвижения космического туризма, который можно рассматривать, как рентабельную программу, не зависящую целиком и полностью от государственного финансирования.

В данной работе проводится анализ возможностей пилотируемой космонавтики в наше время. Это путешествие человека в космос, на орбиту Земли и за её пределы, выполняемое с помощью пилотируемых космических аппаратов, которые предназначены для доставки людей в космическое пространство, а также для выполнения требуемых задач и безопасного возвращения экипажа на Землю.

Отмечается, что для современного инженера, несомненно, важно знание английского языка, как средства межнационального общения и стандартного международного способа научной коммуникации.

Перспективные пилотируемые космические корабли создаются в нескольких странах: в России (корабль «Федерация»), в США («Orion», «CST-100 Starliner»), в Индии («космический аппарат от ISRO»). Из уже существующих можно назвать «Союз» в России и «Шэньчжоу» в Китае.

Кроме того, компания SpaceX (США) разрабатывает ракету-носитель «BigFalconRocket» (BFR), которая должна заменить все существующие аппараты этой компании. Запуск BFR запланирован на

2022 год. «RedDragon», другой проект SpaceX по доставке марсианского грунта на геостационарную орбиту, в настоящее время заморожен, но интересен, как научный проект.

Японские исследователи из строительной фирмы «Obayashi» готовятся к испытаниям технологии «космического лифта», проект которого не относится напрямую к пилотируемым полетам, но является важной ступенью к упрощению вывода людей и грузов на геостационарную орбиту, а, следовательно, и удешевлению космических полетов.

В данном исследовании рассматриваются именно пилотируемые полеты, поскольку их можно назвать первыми шагами к расселению человека с Земли на другие планеты.

Также пилотируемые космические полеты развиваются как часть программ космического туризма. На данный момент существует лишь одна организация, которая уже имеет опыт в подобных программах. Это американская компания «SpaceAdventures», которая в сотрудничестве с «Роскосмосом» организует туристам полеты на МКС на кораблях «Союз». За последнее время семь человек побывали на российском сегменте МКС в качестве туристов. Подобные путешествич оценивается положительно, поскольку в процессе организации полетов накоплен уникальный опыт по работе с космонавтами, отработана схема отправки туристов. Следовательно, в дальнейшем, подобные этапы перелетов станут проще в организации, и проблема будет лишь в наличии космических аппаратов для транспортировки.

Остальные программы в своей основе имеют принципы суборбитального полета. Космические сверхдержавы развивают собственные корабли для реализации подобных проектов. Примерами являются, в частности, аэростаты компании WorldView (США), многоразовый космический корабль «NewShepard» от компании BlueOrigin (США), основанной Джеффом Безосом. Также интересны многоразовый суборбитальный комплекс, представленный московской компании «Космокурс», и недавно анонсированные генеральным конструктором НПО «Авиационно-космические технологии» Александром Бегаком космические яхты «Селена».

Значительное развитие космического туризма однозначно должно стать одним из многих шагов к расселению человека в космос, к привыканию людей к мысли о возможности полетов за пределы земной атмосферы. Частные проекты здесь превалируют: упомянутый выше американский пилотируемый транспортный космический корабль CrewSpaceTransportation (CST-100) «Starliner», который планирует запускать компания Boeing, входит в программу CommercialCrewProgram (CCP).

Из обзора уже имеющихся проектов делается вывод о положительных перспективах для проектов суборбитального туризма, которые развиваются во многих странах мира.

Сокращение стоимости полетов в космос

Шевкунов В.А.
Научный руководитель — Галецкая И.М.
МАИ, Москва
klo155555@yandex.ru

На данный момент ракетостроение («rocketscience») – одна из важнейших областей науки во всех развитых государствах. Она является важной частью аэрокосмической инженерии. Благодаря этой отрасли люди смогли впервые посетить космическое пространство, создать космические станции, запустить множество спутников, провести успешную высадку астронавтов на Луну, исследовать соседние планеты с помощью роботов, а также изучить удаленные пространства и звезды, используя зонды.

Эксперименты, проведенные в космосе, уже в ближайшем будущем позволят нам пользоваться новыми термоустойчивыми сплавами композитных материалов, которые в перспективе будут использоваться в машиностроении (двигатели автомобилей, не нуждающиеся в охлаждении, так как выдерживают температуры до 5000 градусов Цельсия) и авиастроении (сверхлегкие очень прочные сплавы для изготовления частей воздушных судов). В недалеком будущем могут быть получены проводники, приобретающие свойство сверхпроводимости при комнатной температуре.

На сегодняшний день исследование космоса – одно из приоритетных направлений научного развития во всем мире. Такие компании как SpaceX активно тратят миллиарды долларов на модернизацию технологий, позволяющих человеку исследовать внеземное пространство. Планы на недалекое будущее очень амбициозны: создание первой колонии на Марсе, выход за пределы нашей солнечной системы, а также подробное исследование Солнца. Все это казалось невозможным полвека назад, но благодаря научным открытиям в области ракетостроения, все эти замыслы получили право на жизнь.

Исследование космоса и космические технологии требуют очень больших денежных инвестиции и поэтому для того, чтобы продолжать развивать это направление нужно искать методы увеличения эффективности ракет-носителей. Снижение стоимости летательных аппаратов является актуальной задачей в современном ракетостроении. Многие известные способы их снижения базируются на увеличении мощности двигателей и уменьшении веса конструкций с использованием особых материалов, совмещающих прочность и легковесность. Сложная структура отрасли предъявляет высокие требования к методам достижения поставленной цели. Для решения этой задачи перспективно может бытьиспользование многоразовых ракет-носителей. Это позволит существенно сократить расходы на запуски летательных аппаратов и, как следствие, простимулирует дальнейшее развитие всего научного направления.

В данной работе рассматриваются достижения кампании SpaceX в освоении космоса человеком. Освещены основные разработки, проведен небольшой сравнительный анализ, выявлены перспективы на дальнейшее развитие.

Актуальность профессии «оператор дрона» - проблемы и решения (на базе англоязычных источников)

Широков А.И.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
xirokov@mail.ru

Целью данного исследования является анализ популярности профессии «оператор дрона» на рынке труда, оценка конкурентоспособности данной специальности и ее востребованности.

«Внешний пилот» (оператор) – это специалист, который управляет беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) дистанционно, через пульт, настроенный на определенные каналы, или через бортовой компьютер. На сегодняшний день утвердилось несколько терминов: БПЛА, дрон, квадрокоптер, оператор дрона. ГОСТР 56122-2014 по воздушному транспорту определяет функции «внешнего пилота» так: «Лицо, манипулирующее органами управления дистанционно пилотируемого воздушного судна в течение полетного времени», и сам аппарат называется дистанционно пилотируемым воздушным судном (ДПВС).

В России профессия «оператор беспилотного летательного аппарата (ОБЛА)» новая. Однако, в Конвенции о международной гражданской авиации уже есть раздел, регламентирующий правила работы ДПВС.

На данный момент внешние пилоты очень востребованы. Согласно исследованиям компании AssociationforUnmannedVehicleSystemsInternational (AUVSI), в США к 2025 году появится около 100 тыс. рабочих мест для исследуемой авторами профессии.

В данной работе указаны мировые центры обучения операторов дронов, к примеру, Embry-RiddleAeronauticalUniversity, расположенный во Флориде (США), где готовят специалистов летного и инженерно-технического персонала для работы в авиационной и аэрокосмической промышленности. К сожалению, в нашей стране пока еще нет учреждений, выпускающих сертифицированных пилотов международного уровня, поэтому обучение данной специальности проходит за рубежом. Авторы исследования видят в этом причину рассматривать изучение иностранного языка принципиально важным фактором.

Важен следующий аспект, связанный с профессией «оператор дрона»: в списке компаний, лидирующих по производству БПЛА, нет названий на русском языке. Большинство фирм-гигантов(AerospatialeMatra (Франция), AlliantTechsystems (США), BellHelicopterTextron (США), Boeing (США), BritishAerospace (Англия)) - иностранные, и это еще один аргумент, доказывающий необходимость владенияанглийским языком для работы внешним пилотом.

Необходимо иметь в виду, что конструкции БПЛА в современном мире разнообразны: дроны отличаются двигателями, аккумуляторами, воздушными винтами, GPS-навигаторами, видео и фото камерами. Поэтому представитель профессии «оператор дрона» - это опытный авиатор и инженер.

В обязанности оператора дрона входит множество функций: создание полетных заданий, техобслуживание аппарата, выполнение ремонтных работ, установка цифровой техники, анализ и обработка данных, цифровых материалов. Это значит, что оператор дрона должен обладать гибким умом, быстрым мышлением, умением самообразовываться.

Следующим моментом, на который авторы исследования обращают внимание, является многоплановость задач, которые способны выполнять БПЛА, поскольку область применения данных

аппаратов практически не ограничена: начиная от аэрофотосъемки мероприятий и заканчивая нанесением удобрений на полях, а дроны-охранники вооружены электрошоковым пистолетом.

Это означает, что оператор такого устройства тоже должен быть готов к разным сферам применения БПЛА. Например, два года назад на МКС появился дрон IntBall, созданный в Японии для работы в условиях невесомости. Этот аппарат может работать автономно, но им управляют и с Земли. А с помощью квадрокоптера GoPro было найдено древнее поселение в Мексике: дрон с тепловизором отследил участки почвы с разной температурой, где и оказались захоронения. Получается, что опреатор дрона должен не только владеть языком межнационального общения – английским на сегодняшний день – но и быть социально и психологически мобильным.

Такжеанглийский язык необходим для работы с документацией по БПЛА, патентами, сертификатами. Даже в ГОСТе РФ требованияпоБПЛА указаны на двух языках. В частности, раздел по профессииоператораБПЛА в английском варианте озаглавлен следующим образом: "Airtransport. Unmannedaircraftsystems. Generalrequirements."

В данном исследовании показаны следующие примеры лексики, типичной для специалиста – оператора дрона: droneoperator – внешний пилот, unmannedaircraftvehicle (UAV) – беспилотное воздушное судно (БПЛА), remotecontrol - дистанционное управление, controlpanel - пуль управления.

Делается вывод о популярности профессии «внешний пилот» и о необходимости владения оператором дрона многими навыками, в частности, знанием английского языка, что сможет открыть новые возможности для специалистов в данной области.

Философия приватности

Шуржунов Н.В.
Научный руководитель — Картушина Н.В.
МАИ, Москва
alotholl@gmail.com

Modern days bring to light new questions that haven’t been discussed before: new technologies bring us new spheres of life that we don’t know well enough yet. The Internet has become a big part of our lives, the companies run more and more useful online instruments to improve the quality of most of our actions. These days you can do almost everything online.

It brings us to the problem: you send more and more of your data to the internet. And there’s a problem with how this data is treated.

Have you ever questioned yourself why such a big and pricy in the question of resources services like Google.Search, YouTube, Facebook, Yandex VK and so on are free? Well, most of them do have some commercial stuff, but profit from it won’t even cover the costs. The main source of their profit lays in a touchier zone: they collect and sell your data.

Let’s roll for the example. Did you know that that Google’s revenue is over 90% advertisement? And do you know what makes their ads so precious and relevant? Your data. Google knows a lot about you. All of the services Google owns, as well as Android platform collects tons of data, your behavior is no secret for them, as they analyze and collect everything from the messages to the geolocation and search history. That’s the secret ingredient of the perfectly targeted ads.

As well as the greatest problem of modern services. They’re killing the privacy, while it’s one of the most important things in human life. The importance is high enough to even UNGA declared privacy as one of the basic human rights. Yet, one might think: “I need no privacy because I’ve got nothing to hide.” Let’s see why it’s wrong.

Free speech equals privacy. Without privacy people often can’t say their true beliefs, pReferenses, likes. Without privacy people can’t be honest and real. You won’t tell things you talk in private to the world. You won’t like if some of your private photos or messages go to public. People are no angels, they discuss different themes between each other, including their tastes in some sort of things, other people, job etc. Most people won’t care about such data, but there are some, who do. Your friends & family, your doctor, bank and some other companies will interpret your behavior with unknown impact.

Without privacy people won’t talk unpopular opinions. Most of humans won’t go in such confrontations with others. Privacy is often not only about something to hide, but more something about to protect. Your ideas might be too sharp for your surroundings.

Also, people can’t start a new life from a blank page without privacy. How can it be possible, when everything about your past written down?

Now imagine everything you say and do will be available to read, analyzed and scrutinized. And this is already happening. Not everything but most of your online and even some of offline data already goes

through it. And it’s stored, sold and analyzed. It’s often backtrackable. There’s a human factor, as well as nothing online safe from hacking. Now think again: do you want companies to collect it? Or maybe you’d rather keep your privacy?

And ask yourself a new question now: maybe it’s time for changes, time to fight for your privacy.

Referenses:

1.Edward Snowden just made an impassioned argument for why privacy is the most important right. URL: https://www.businessinsider.com/edward-snowden-privacy-argument-2016-9 (дата обращения: 9.02.2019)

2.Well, These New Zuckerberg IMs Won't Help Facebook's Privacy Problems. https://www.businessinsider.com/well-these-new-zuckerberg-ims-wont-help-facebooks-privacy-problems-2010-5 URL: (датаобращения: 9.02.2019)

3.Why you don’t care about internet privacy. (And why you need to.). URL: https://medium.com/@christinemiao/you-dont-care-about-internet-privacy-you-should-7b16ef2fcc71 (дата обращения: 9.02.2019)

4.Gmail does scan all emails, new Google terms clarify. URL: https://www.theguardian.com/technology/2014/apr/15/gmail-scans-all-emails-new-google-terms-clarify (дата обращения: 9.02.2019)

5.Google admits it tracked user location data even when the setting was turned off. URL: https://www.theverge.com/2017/11/21/16684818/google-location-tracking-cell-tower-data-android-os-firebase-privacy (дата обращения: 9.02.2019)

6.Приложение «ВКонтакте» следит за пользователями. URL: https://habr.com/ru/post/405727/ (дата обращения: 9.02.2019)

7.Соцсеть «ВКонтакте» шпионит за всеми пользователями, но в открытую. URL: https://akket.com/raznoe/53934-sotsset-vkontakte-shpionit-za-vsemi-polzovatelyami-no-v-otkrytuyu.html (дата обращения: 9.02.2019)

8.Слежка в Яндекс Браузер. URL: http://www.spy-soft.net/slezhka-yandex-browser/ (дата обращения: 9.02.2019)

9.Яндекс.Бар – Большой брат следит за тобой. URL: https://habr.com/ru/post/124538/ (дата обращения: 9.02.2019)

10. Яндекс.Метро следит за тобой. URL: https://habr.com/ru/post/249747/ (дата обращения: 9.02.2019)

Translator's true and false friends

Шустов Н.Ю.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
nikitashustov15@gmail.com

The so-called “false friends of the translator” are words of various languages that coincide in form, but differ in content, which, in its turn, causes difficulties in using them and can lead to a distortion of meaning and erroneous perception of information when they are translated.

In this paper, the authors analyze the reasons for the appearance of such lexical units, and also consider the systemic links and the volume of semantic discrepancies of these lexical units.

The etymology of such words is noticeably different. They could arise as a result of random coincidence, different ways of developing languages, changing the meaning of a word when borrowing, borrowing from different languages.

As for their semantic discrepancy, the authors consider two cases of discrepancies in the meanings of the English and Russian lexical units:

1) A certain number of meanings of the given word. For example: artist — «художник, живописец», general — «основной, общий, обычный» (not only « генеральный» and «генерал»), closet — «шкаф, чулан, кладовка», (not only «клозет»), comfort — «утешение, поддержка», (not only «комфорт», idea — «понятие, мысль» (not only «идея»).

2) The basic meanings of the word do not match. For example: activity — «деятельность», (not «активность»), biscuit — «печенье», not («бисквит»), brilliant — «блестящий» is irrelevant to diamond stone chef — «шеф-повар», (not « шеф» (chief, boss); Dutchman — «голландец» (not «датчанин»).

The authors also note that the degree of semantic discrepancies is not identical in different parts of speech: the most specific meanings have adjectives and adverbs. In order to identify semantic differences in the words of one group, we should not analyze the other parts of speech.

For example, the English adjective «absolute» and Russian «абсолютный» are equivalent and interchangeable in translation, but we cannot apply the same approach to «absolutely» and «абсолютно», since Russian and English words cannot always be completely lexically combined with each other.

The authors also pay special attention to accepted norms for the use of certain words. Translators need to know exactly how some words are used in real contexts.

For example, «rector» is the head of any higher education institution of the Russian Federation, but in English «rector» is only the head of Scottish universities and the leaders of two of Oxford colleges.

The «false friends of a translator» lead to the emergence a literal translation or «literalism» — a formal adherence to something, strict observance of the external side of something to the detriment of the substance of the matter. In other words, literalism in translation theory is an error in using well-known meaning, instead of what the original text laid, which is of course unacceptable and should be avoided.

Список литературы

1. Бойцова О.В., Алиева Г.М., Калинина Ю.А. Ложные друзья переводчика в русском и английском языках [Текст] // Актуальные проблемы филологии: материалы II междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2016 г.). Краснодар: Новация, 2016. с. 67-69.

2. Ефремова Т.Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный. М.: Русский язык, 2000. – 693с.

3. Лобковская Л.П., Джаримова Х.А. Интернациональные слова и «ложные друзья переводчика». URL: https://studfiles.net/preview/3600285/page:11/ (дата обращения 10.02.2019)

Современный взгляд на профессию лингвиста

Шушакова М.М.
Научный руководитель — Картушина Н.В.
МАИ, Москва
mariya-shushakova@mail.ru

A linguist is a very popular profession at present. Demand for specialists in this field is growing very fast. Nevertheless, not everyone understands the conception of this profession. Linguistics is the science of living and dead language, of its structure and history, culture of the country of a studied language. I consider that “language personality of a modern student should form in a high school and this implies training specialists who are able to communicate effectively with a foreign culture”[3, c. 255]. Linguistics also means the work with texts.

Linguists distinguish some directions of their profession depending on the job the linguist specializes in. It comes from the fact that job of the linguists is various whereas the notion of the linguistics involves both learning foreign language and work with texts. For instance, it can be translation of fiction or highly technical texts, teaching performance, scientific research, i.e. works analyzing, writing and submitting academic articles, public presentation, performing research work.

If you understand what a linguist deals with, you can get some idea of what qualities and competencies he should possess. Firstly, of course, it is multitasking. Since this profession has different directions, good specialists must be ready to perform tasks of different nature. Secondly, it is the ability to self-development. Every day, the needs and desires of people change, it means that professions associated with work with people are also changing. The profession of a linguist is not the exception. Specialists in the field of linguistics must be ready to learn new things, master new skills depending on the task they have to solve. Thirdly, the key features a linguist must possess are good organization, perseverance and the ability to remember information for a long time. The work of the linguist is closely related to the texts, where the theory plays the key role. For its study you need to be as concentrated and assertive as possible, and also have a good memory. Moreover, do not forget about such features as thoughtfulness, analytical and associative thinking. Since one of the aspects of working with text is comparison, the specialist must be able to analyze, so the ability to think, attention to details and an analytical mind can help. University teachers can help to master these skills. They are able to “train a specialist who is fluent in the language of a given professional direction in a short time”[4, c. 66]. Furthermore, the teachers “combine different forms of exercises highlighting special translation trainings in science and technology where professional personality traits are effectively formed” in class [1, c. 277]. Of course, a good linguist cannot limit himself only with these qualities. Still, these are the main competencies that a specialist of this profession should possess.

Nowadays, the profession of a linguist is becoming more and more popular. This is due to the fact that we live in the era of intercultural communication, when "a foreign language is accepted as a real means of communication between specialists from different countries" [2, c. 206]. That is why I am convinced that the

profession of a linguist is relevant in the modern world, and in connection with the development of partnerships with foreign companies, the demand for specialists of this sphere will only grow.

Список литературы

1.Аникеева И.Г. Условия формирования готовности студентов к переводческой деятельности. В сборнике: Образование в современном мире: роль вузов в социально-экономическом развитии региона сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. ответственный редактор Т. И. Руднева. 2014. С. 275-278.

2.Аникеева И.Г., Овсянникова М.Н. Подготовка специалистов авиационного профиля к иноязычной профессиональной коммуникативной деятельности. Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. 2015. № 4 (126). С. 205-210.

3.Зубанова С.Г. Лингвистические дисциплины в вузе как основа формирования профессиональных компетенций будущих специалистов гуманитарного профиля. В сборнике: Социально-гуманитарное знание: традиции и инновации Сборник научных и учебно-методических статей. Москва, 2015. С. 255-264.

4.Картушина Н.В. Применение коммуникативного метода при обучении студентов английскому языку. В сборнике: Научно-практическая конференция в рамках "Недели науки" ФИЯ МАИ-НИУ, посвящённая 55-летию полёта Ю. Гагарина сборник докладов. 2016. С. 64-71.

5.Каллиопин А.К. О подходах к организации научной работы на факультете иностранных языков МАИ и о направлениях научных исследований факультетской молодёжи (вместо предисловия к сборнику). 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. 6-15.

Иноязычные мультимедийные средства при изучении дисциплин естественно-научного цикла

Щепанов Д.С.
Научный руководитель — Коротун В.Л.
Первый МГМУ, Красногорск
dimakorotun99@mail.ru

Изучение роли дистанционных мультимедийных образовательных технологий является одним из приоритетных направлений исследования в современной науке. Современные технологии позволяют обмениваться информацией высокого качества изображения и звука с высокой скоростью. При изучении профильных дисциплин естественнонаучного цикла должны учитываться особенности поколения эпохи интернета, то есть людей, которые ценят особую технико-технологическую атрибутику, высокую эффективность и мобильность [2]. Активная технологизация учебного процесса способствует более быстрому формированию профессиональных компетенций [1].

Преподаватели университетов разных стран используют свои собственные подходы и методы в обучении одному и тому же предмету, применяют различные средства визуализации, расставляют акценты на наиболее интересные для них моменты. Таким образом, складывается более полная картина изучаемого явления [3].

В 2008 году на платформе YouTube появились уроки KhanAcademy. На сегодняшний день среди 4200 бесплатных микролекций можно найти лекции физике, химии, биологии, органической химии.

На платформе iBiology можно найти сотни видеороликов по различным разделам биологии. Эти ролики содержат научные беседы с учеными-биологами, лекции, истории об исследованиях.

Специальная платформа OpenEdX предлагает не отдельные лекции, а обучающие курсы ведущих университетов. Особенностью перечисленных ресурсов является то, что все материалы являются оригинальными. Авторы делятся своим опытом и результатами своих исследований, что дает возможность студентам прикоснуться к зарубежному опыту и расширить свои знания.

Список литературы

1. Зубанова С.Г. Лингвистические дисциплины в вузе как основа формирования профессиональных компетенций будущих специалистов гуманитарного профиля. В сборнике: Социально-гуманитарное знание: традиции и инновации Сборник научных и учебно-методических статей. Москва, 2015. С. 255-264.

2. Капустина Д.М., Коротаева И.Э. Использование компьютерных технологий при обучении иностранному языку в авиационном вузе. // В сб.: Научно-методический семинар кафедр факультета иностранных языков. Сборник научных и учебно-методических докладов и статей. М.: Издательство «Перо». 2016. С. 130-140.

3. Коротун В.Л. Аутентичные лекции технических университетов как средство иноязычной профессионализации специалиста. Инновационные проекты и программы в образовании. М.: Академия социального управления. 2017. № 6. С. 23-27.

4. Хуторской А.В. Компетентностный подход в обучении. Научно-методическое пособие. А. В. Хуторской. М.: Эйдос, 2013. 73 с.

5. Parslow, G. R. (2012) The Khan academy and the day-night flipped classroom. Biochem. Mol. Biol. Educ. 40, 337–338.

«Sistemas de seguridad de los aviones de transporte civil, tomando como ejemplo Argentina»

ЯстребоваА.И., Завьялова Т.Г., Раева В.В.
Научный руководитель — Гойкочеа М.Л.Б.
МАИ, Москва
yastreb.arin1999@gmail.com

This article deals with an existing aircraft safety issues before, on time and after completion of the flight. Among the factors that ensure the normal functioning of an aircraft the author highlights: the redundancy of aircraft's critical systems, the robustness of the structure of the aircraft, its resistance to the effects of tolerance to external damages, the operational reliability of the systems, etc. With regard to the design of an aircraft, materials which are used must guarantee that they can withstand certain maximum loads. All aircrafts, parts and aviation equipment in the world must be manufactured with technical standards and tested in accordance with the International Certification System defined by the corresponding aeronautical authority. Interestingly, the maintaining is ensured by doing maintenance of the aircraft and traceability during the calibrations of aeronautical equipment and tools. By the end of the 1980s, the United States Federal Aviation Administration established that commercial airlines flying over its territory should receive maintenance at aviation workshops with the ability of traceability to the National Institute of Standards and Technology (NIST). This made a problem for the National Metrology Institutes of Brazil, Argentina and Spain. In the 1930s, Argentina was on the sixth place in the world in the production of jet aircrafts using its own technology. Only by the end of 1927 the foundation of the Argentine aviation industry was strengthened with the creation of a military aircraft factory by aviation engineer Francisco de Arteaga in the city of Cordoba. There were built a large number of aircrafts years later, such as Calquín, Huanquero, Guaraní-GII, Pucará, Pampa, as well as engines made from metal ingots.

Освещение актуальных проблем ракетостроения в связях с общественностью в средствах массовой информации

Беневоленская Д.О.
Научный руководитель — доцент, к.псх.н. Захарова С.Е.
МАИ, Москва
bendasha@yandex.ru

Россия является одним из крупнейших в мире производителей ракет, как военного, так и гражданского назначения. Она производит космические, стратегические, ядерные, оперативно-тактические и тактические ракеты.

Годы создания основ отечественного ракетостроения и теории применения ракетного оружия - это время поистине героических свершений, которыми вправе гордятся все, кто стоял у истоков создания первых образцов ракетного оружия, потому что именно тогда был заложен фундамент, на котором в последующие десятилетия бурно развивались ракетостроение и космонавтика.

Актуальность темы исследования определяется тем, что ракетостроение определяет возможности государства, его имидж, а также способствует поддержанию конкурентоспособности. Современные ракеты – результат долгой традиции изобретений и экспериментов, они совмещают достижения широкого круга инженерных дисциплин. Состояние ракетно-космической промышленности (РКП) в России характеризуется определенными преимуществами по сравнению с другими высокотехнологическими отраслями. Это связано, с тем, что данная отрасль имеет стратегическое значение в вопросах обеспечения национальной безопасности и является приоритетным направлением государственной политики.

Для выявления актуальных проблем ракетостроения в России нами был проведен контент-анализ медиа-материалов в ходе которого было проанализировано 100 материалов, опубликованных в сети Интернет за последние десять лет (с 2008 по 2018 год). По запросу «Проблемы ракетостроения в России» поисковой системой Яндекс было выдано 83 млн. результатов. В основном имеющиеся публикации посвящены обсуждению влияния ракетостроения на российскую политику и экономику: зафиксированы запуски ракет и проанализировано, насколько удачным был данный процесс. Так, например, запуск межконтинентальной баллистической ракеты «Тополь» в 2008 году произведен удачно. Однако в 2009 году производство межконтинентальной баллистической ракеты «Булава», которой военное руководство Российской Федерации планировало оснащать атомные подлодки нового поколения, было передано на другой завод в связи с тем, что 6 из 11 испытательных пусков оказались неудачными. Следует отметить, что влияние финансово-экономического кризиса 2009 года на состояние и перспективы российской РКП в целом оказалось незначительным. Также в новостных порталах 2018 года было отмечено, что ракета «Союз» с космонавтами потерпела аварию после старта с космодрома Байконур. При этом экипаж успешно приземлился в Казахстане и вышел на связь, что свидетельствует о надёжности и безопасности отечественной ракеты.

Таким образом, контент-анализ медиа-материалов позволил выявить следующие проблемы отечественного ракетостроения: большое количество технических поломок, переносы запуска ракет, разрушение двигателя третьей ступени, провалы в некоторых технологических направлениях. Так, например, производство кислородно-водородных двигателей, которые до сих пор не перешли из лабораторий на серийное производство. Основным задачами государственной политики в ракетно-космической отрасли являются формирование экономически устойчивой, конкурентоспособной, диверсифицированной РКП, обеспечение гарантированного доступа и необходимого присутствия России в космическом пространстве.

Список литературы

1. Гордиенко Н.И. Космонавтика. Иллюстрированная энциклопедия. М.: Эксмо, 2010. – 500 с.

2. Карпенко А.В. Подвижные ракетные комплексы стратегического назначения. - СПб.: Невский бастион, 1996. - 390 с.

3. Первов М.А. Ракетостроение и космонавтика России. Биографическая энциклопедия. - М.: Столичная энциклопедия, 2011. - 550 с.

Особенности рекламного слогана «S7 Airlines»

Варфоломеева Т.Я.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Кушваха Х.Н.
МАИ, Москва
tanyhaj@mail.ru

В настоящее время все крупные компании, фирмы используют много способов коммуникации со своей целевой аудиторией, наиболее эффективными из которых является реклама.

Актуальность данного исследования заключается в роли воздействия рекламного текста, а в большей части его структурного элемента-слогана, на массовое сознание. Слоган - это рекламная фраза, в сжатом виде излагающая основное рекламное предложение и входящая во все сообщения в рамках рекламной компании. Правильная разработка слогана очень важна, так как от этого зависит успех рекламной кампании. Слоган является важным компонентом любой рекламы. В конце рекламного сообщения потребитель читает или слышит слоганы, благодаря которым узнает торговую марку. Слоган помогает поддерживать имидж компании и отражать ее специфику. Именно он приносит организациям прибыль, привлекает внимание потенциального потребителя и стимулирует к покупке товара или услуги.

Особенности рекламного слогана были рассмотрены на примере рекламной деятельности авиакомпании «S7 Airlines».

Рекламный слоган авиакомпании «S7 Airlines» представляется уникальным и наиболее эффективным среди рекламных сообщений организаций данной отрасли.

Авиакомпания отличается от своих конкурентов частыми и оригинальными рекламными кампаниями. За 6 лет она реализовала 6 рекламных кампаний (#займитесьсчастьем, #хочутудагде, «Москва — Киев», «Лучшая из планет», «Фотографии сбываются», «Посетите Землю»). Все они направлены на путешествия по миру вместе с S7. Особенность этих рекламных кампаний заключается в том, что названия рекламных сообщений являются также и слоганами. То есть, авиакомпания использует интегрирующую функцию слогана – когда он является посредником между рекламными сообщениями и текстами компании. Это и есть ключевая особенность рекламных слоганов «S7 Airlines».

Таким обзором, для эффективной рекламной коммуникации авиакомпанией «S7 Airlines» были правильно подобраны слоганы, что способствовало легкому и быстрому запоминанию потребителем всего рекламного сообщения.

Список литературы

1. Федеральный закон «О рекламе» от 13.03.2006 N 38-ФЗ. Статья 3. Основные понятия, используемые в настоящем Федеральном законе [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58968/4f41fe599ce341751e4e34dc50a4b676674c1416/ (дата обращения: 17.02.19)
2. S7 Airlines [Электронный ресурс]. -2018.-Режим доступа: https://www.s7.ru/ (дата обращения: 17.02.19).
3. Морозова И. Слагая слоганы. М: РИП-холдинг, 2007.

Особенности PR-деятельности авиационных организаций

Васильева Д.В.
Научный руководитель — Алехина О.А.
МАИ, Москва
dasha.aventura@mail.ru

Авиационная отрасль является технологически сложной и капиталоемкой. На авиационный бизнес оказывает сильное влияние внешняя среда, особенно экономическая и политическая ситуация в мире. Организации авиационной сферы находятся под пристальным вниманием СМИ из-за особой чувствительности общественного мнения и присущего авиации вообще высокого уровня риска, связанного с природным, техногенным и человеческим фактором. Таким образом, в настоящее время все острее ощущается необходимость выстраивания коммуникаций с внешней и внутренней средой, формирования положительного имиджа и репутации компании.

Уровень развития интегрированных коммуникаций, рекламной и PR-деятельности в российских авиакомпаниях и авиационных организациях очень высок, так как необходимо продвигать услуги воздушного транспорта, информировать о деятельности компании, рассказывать о преимуществах

продукта организации, формировать позитивный имидж и создавать сильный бренд, а также обеспечивать лояльность клиентов.

PR-подразделения компаний уделяют большое внимание созданию позитивного бренда и имиджа. Положительный имидж способствует повышению престижа, авторитета и влияния организации. Сильный имидж становится необходимым условием достижения фирмой продолжительного делового успеха, а также способствует ее устойчивой позиции на рынке.

Велико и значение брендов в условиях рыночной конкуренции. Они заставляют потребителей выбирать товары и услуги по ассоциациям, социальным и духовным характеристикам, заложенным специалистами по брендингу в основу brand image. Эмоциональная приверженность авиапассажиров к авиаперевозчику позволяет наращивать пассажиропоток, ведет к повышению стоимости компании и росту рентабельности.

Создание имиджа и продвижение бренда - трудный и ответственный процесс. Для этого необходимо определить потребности целевой общественности, ее ценности и интересы.

Базовая потребность в перемещении, транспортной функции как первичной для реализации других потребностей составляет основу рынка авиаперевозок. Одним из сегментов рынка авиаперевозок является бизнес-авиация. Современная российская бизнес-авиация предоставляет своим клиентам свободу передвижения, экономию времени, максимальный комфорт. Для компаний, конкурирующих на этом рынке, положительная репутация – самый дорогой актив. Информация среди клиентов распространяется моментально, поэтому возможности исправить ошибку у брокеров и операторов практически нет.

Одним из лидеров российского рынка бизнес-авиации является компания ВИППОРТ, оператор по организации наземного обслуживания для рейсов бизнес-авиации в аэропорту Внуково. Хэндлинговый агент осуществляет свою деятельность с декабря 2004 г. Компания хорошо зарекомендовала себя на мировом рынке бизнес-авиации и пользуется большим авторитетом среди клиентов. Организация стремится предоставить пассажирам лучшие условия для прохождения предполетных формальностей и полета.

Компания использует весь комплекс технологий PR для повышения эффективности работы, продвижения, формирования положительного имиджа и укрепления бренда на авиационном рынке.

Анализ отзывов клиентов компании ВИППОРТ в интернет-пространстве позволяет сделать вывод, что репутация компании положительная и устойчивая. Степень доверия к фирме находится в прямой зависимости от того, как PR-специалисты отражают действия представителей авиаперевозчика в СМИ. Интерес владельцев воздушных судов, бизнес и политической элиты к услугам Внуково-3 постоянно растет.

Таким образом, можно сделать вывод, что PR-деятельность авиационной организации играет главную роль в процессе формирования имиджа компании. Основная цель PR-деятельности – это создание внешней и внутренней социально-политико-психологической среды, благоприятной для успеха фирмы, обеспечение необходимого поведения этой среды в отношении компании.

Список литературы

1. Уколова Л.Е., Хомякова А.И. Использование ситуационного анализа в деятельности специалистов по связям с общественностью авиационных организаций // Образование. Наука. Научные кадры. 2015. № 2. С. 286-290.

2. Шарков Ф.И. Константы гудвилла: стиль, паблисити, репутация, имидж и бренд фирмы. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2012. С. 95..

Особенности фирменного стиля авиакомпании «Аэрофлот»

Гарпинченко М.А.
Научный руководитель — профессор, д.фил.н. Уколова Л.Е.
МАИ, Москва
mashakr1998@gmail.com

Сущность бренда «Аэрофлот» - безопасность и надежность. Фокусировка на обеспечении комфортного перелета.

Ценности авиакомпании - надежность, профессионализм, превышение ожиданий, эффективность, безопасность.

Преимущества - высокое качество предоставляемых услуг.

Атрибуты компании - программа лояльности, высокие показатели безопасности, соответствие мировым стандартам, современное оборудование, новый парк самолетов, пунктуальность, масштабность.

Фирменный стиль авиакомпании «Аэрофлот» включает в себя:

- название;
- логотип;
- фирменные цвета и шрифты;
- разработка фирменного стиля и раскраски самолетов;
- дизайн блокнотов, ручек, дисков, визиток, деловой документации;
- дизайн униформы сотрудников.

Цели авиакомпании «Аэрофлот»:

Ответ на вопрос «Кто мы?» - Большая авиакомпания с мировым именем;

Ответ на вопрос «Где мы работаем?» - «Аэрофлот» мировая компания;

Ответ на вопрос «Что хотим получить?» Больше лояльных пассажиров и выручки.

Чаще всего надежность и покой ассоциируются с синим цветом, поэтому авиакомпания «Аэрофлот» выбрала оттенки синего по двум причинам:

- цвет неба;
- цвет национального флага (у многих ведущих держав на флаге имеются синий, белый и красный цвета).

Особенности стиля авиакомпании.

Стиль авиакомпании «Аэрофлот» включает в себя:

- фирменный стиль и раскраску самолетов;
- униформу стюардесс.

Пассажир различает самолеты авиакомпании по их окраске — всего фюзеляжа либо хвостовой части. Раскраска должна быть яркой, уникальной, бросающейся в глаза, и при этом лаконичной. Чаще всего применяют сочетание «название компании на борту плюс яркий хвост». У «Аэрофлота» стальной цвет ливреи и хвост в цветах национального флага России.

Сравнительный анализ применения сочетания традиционного и digital-PR для формирования имиджа отечественных и зарубежных авиакомпаний

Зеленина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Малыхина М.А.
МАИ, Москва
zelenan11@mail.ru

С каждым годом внимание к проблеме формирования сильного и устойчивого имиджа отечественных и зарубежных авиакомпаний растёт. Это связано с тем фактом, что имидж любой авиакомпании и оказываемых ею услуг является важнейшим стратегическим преимуществом авиакомпании как среди целевой аудитории, так и среди конкурентов. В настоящее время сильный имидж стал, к тому же, необходимым условием достижения устойчивого и, главное, положительного делового успеха.

Для успешного функционирования любой авиакомпании необходимо: создание позитивной коммуникационной среды; повышение репутации в деловых кругах; создание благоприятного имиджа как для компании в целом, так и для отдельных лиц в глазах общественности. Данные параметры необходимы для успешного функционирования любой авиакомпании, так как, от того, насколько авиакомпания сможет вынести выгоду из возможностей своей PR-деятельности, во многом зависят перспективы её развития и существование на транспортном рынке.

Отечественные и зарубежные авиакомпании прибегают к различным методам формирования собственного имиджа. К таким относятся традиционные и digital-PR-инструменты формирования собственного запоминающегося имиджа.

К основным традиционным PR-тактикам относятся: координация мероприятий, кризисные коммуникации, управление репутацией, торговые выставки, возможности спонсорства и распространение пресс-релизов. К наиболее заметной инициативе традиционного пиара можно отнести пропаганду прессы с особым акцентом на традиционные средства массовой информации, такие как газеты, телевидение и радио.

С другой стороны, для формирования имиджа авиакомпаний возможно использование нового метода: digital-PR. К основным digital-каналам можно отнести – SEO, SMM, E-mail, CPA, CPC, реклама в мобильных приложениях, ORM, PR, вирусный маркетинг и видео-маркетинг. Digital-PR использует такие инструменты измерения, как Moz's Open Site Explorer и Google Analytics, помогающие отслеживать эффективность цифрового размещения. Информация, получаемая данными

инструментами, сможет неоценимо повлиять на тактику формирования имиджа любой авиакомпании.

В рамках сравнительного анализа были изучены рекламные тексты, ролики, неординарные маркетинговые продвижения, а также социальные сети отечественных авиакомпаний «Аэрофлот», «S7» и зарубежных авиакомпаний «Virgin America» и WestJet.

Таким образом, проведя сравнительный анализ применения сочетания традиционных и digital-PR-техник в формировании имиджа авиакомпании был сделан вывод о том, что «цифровой» PR имеет значительное преимущество на фоне традиционных методов продвижения авиакомпаний.

Связано это, прежде всего, с тем, что:

1. Цифровой PR предоставляет больше возможностей для обратной связи и взаимодействия;
2. Благодаря наличию у пользователей дополнительных функций, таких как возможность «лайкать» и «делиться» понравившимся контентом, авиакомпания может расширить целевую аудиторию вашей кампании без каких-либо дополнительных затрат;
3. Цифровой PR обеспечивает хорошую репутацию сайта авиакомпании. Это гарантирует, что сообщение достигает потенциальных клиентов и привлекает желаемых.

Список литературы

1. Почепцов Г.Г. Профессия: имиджмейкер. СПб.: Алетейя, 2001. – 256 с.
2. Marchant Charlie, Nicholson Luke and more. The Ultimate Guide To Content Marketing & Digital PR: How to get attention for your business, turbocharge your ranking and establish yourself as an authority in your market – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. – 222 p.

Особенности продвижения авиационного бренда в диджитал-среде на примере авиакомпании S7

Иванова Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Малыхина М.А.
МАИ, Москва
ivanovaD26@yandex.ru

Для налаживания и выстраивания отношений с потребителями компания должна завладеть нашим вниманием. В эпоху цифровых технологий доступным и эффективным методом создания отношений является Интернет, а именно диджитал-среда. Именно там компании и потребители имеют возможность взаимодействовать напрямую. Поддерживать такие отношения необходимо, так как чем больше внимания потребитель уделяет продукту, тем выше вероятность, что он станет клиентом или повторным клиентом.

Рекламодатели и компании начали устанавливать личные связи с потребителями относительно недавно. Цифровые технологии позволяют компаниям взаимодействовать с потребителями так, как это было невозможно осуществить в эпоху традиционных средств массовой коммуникации.

Различные авиакомпании прибегают к всевозможным методам привлечения внимания в диджитал-среде: яркие надписи, вызывающие неоднозначную реакцию видео или фотографии, использование лидеров мнений и многие другие.

Диджитал-маркетинг представляет собой продвижение продукта или услуги в широкие массы посредством цифровых каналов. Цифровые каналы бывают следующие:

1) поисковые системы;
2) контекстная и тизерная реклама;
3) SMM, блоги;
4) нативная реклама;
5) реклама в мобильных приложениях;
6) вирусная реклама.

Социальные сети также представляют особый интерес для компаний. Люди в социальных сетях – это уникальная аудитория, которую больше нигде нельзя найти. Здесь они общаются, знакомятся, сталкиваются с контентом, слушают музыку или смотрят видео, совершают покупки, читают новости и статьи, слушают популярные подкасты.

Интерактивное взаимодействие в диджитал-среде имеет однозначное преимущество – двусторонний характер процесса общения с потребителем. Пользователи имеют возможность делиться своим мнением, спрашивать, участвовать в конкурсах, опросах. В результате происходит более глубокое сотрудничество с целевой аудиторией, нежели в случае с традиционной офлайн-средой.

Бренд авиакомпании – не просто реклама или запоминающееся имя. Это гарантия качества, соответствующего уровня безопасности и сервиса. Основной акцент авиакомпании должны делать на безопасности предоставляемых услуг, поскольку многие пассажиры боятся летать и не могут перебороть свой страх, даже, если это двадцатый полет. Уровень сервиса – это когда ремни безопасности не завязывают, а пристегивают, а стюардессы и стюарды в панике не бегают по салону во время турбулентности и форс-мажорных ситуаций. Гарантия качества – максимум доступной информации о перелете и авиаперевозчике.

Авиакомпания «S7» является одним из лидеров в области онлайн-продаж в России и одной из немногих крупных российских авиалиний, которые проявляют активность в диджитал-среде. Следует отметить, что «S7» тратит немалые деньги на поддержание имиджа и продвижение бренда в диджитал-среде.

Таким образом, были изучены особенности продвижения авиационного бренда в диджитал-среде на примере авиакомпании «S7».

Связи с общественностью в кризисных ситуациях в авиационной сфере

Колокина А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва
allunik199877@icloud.com

Связи с общественностью в кризисных ситуациях (антикризисный PR) – это комплекс мероприятий, направленных на быстрый выход из негативной ситуации, максимальное смягчение ее информационных последствий и предотвращение появления негатива. Современный мир отличается сложностью и изменчивостью деловой среды, которая подвержена различным рискам. А это значит, что рискам подвергается и каждое предприятие в отдельности, а его будущее зависит от адекватного и своевременного реагирования на кризисную ситуацию. Многие известные мировые компании просто исчезли, потому что не смогли вовремя отреагировать на развитие кризиса. Сегодня антикризисный PR является одним из направлений деятельности отделов связей с общественностью каждого крупного предприятия и представляет собой целый комплекс технологий, которые направлены на прогнозирование, выявление и предотвращение сложной ситуации в деятельности организации. Кризис это событие, по вине которого компания попадает в центр не всегда доброжелательного внимания СМИ и других внешних целевых аудиторий. Антикризисная PR-программа любой компании должна состоять из 3 частей: профилактика кризисных ситуаций, программа эффективного выхода из кризиса и нейтрализация последствий кризиса.

В авиационной сфере антикризисный PR имеет особое значение. Это связано с тем, что деятельность авиакомпаний затрагивает широкую общественность, в частности, государственные структуры и международные организации. Практически каждая кризисная ситуация для авиакомпании связана с жертвами в огромных масштабах. Для компании важно как спасти свою репутацию, так и выглядеть в глазах общественности честной и справедливой.

Для примера рассмотрим кризисную ситуацию в которую попала авиакомпания S7 Airlines. Пассажирский аэробус А-310 авиакомпании «Сибирь» (S7), следовавший рейсом 778 из московского аэропорта «Домодедово», не сумел остановиться на взлётно-посадочной полосе, выкатился за её пределы и врезался в расположенный неподалеку гаражный комплекс. Из 203 человек, находившихся на борту, в результате катастрофы погибло 124 человека. Ситуация привлекла внимание людей, новость о трагедии появилась в новостных сообщениях и авиакомпании нужно было предпринимать меры, чтобы сохранить свою репутацию и доверие потребителей. Сразу же после этого были предприняты антикризисные меры. Компания выпустила пресс-релиз и обеспечила СМИ четкими, честными сведениями. На сайте www.avia.ru появилось официальное заявление компании, в котором представители компании «Сибирь» выразили свои глубокие соболезнования родным и близким погибших рейса Москва-Иркутск. Руководители авиакомпании вылетели в день авиакатастрофы в Иркутск вместе с членами правительственной комиссии во главе с министром транспорта И. Левитиным. Важно сказать и том, что данная трагедия связана в первую очередь с человеческими жертвами, не говорить ничего в таких ситуациях или приводить какие-то рассуждения просто неприемлемо. Отметим и то, что президент компании вылетел на место трагедии и был открыт для прессы. Компания выразила сочувствие и соболезнования семьям погибших. Несмотря на большие финансовые потери из-за возникшей ситуации, на данный момент доходы компании растут, она продолжает развиваться и наращивать свой капитал.

Анализ брендов организаций авиационной отрасли (на примере ПАО «Аэрофлот»)

Мамаева А.Б.
Научный руководитель — профессор, д.фил.н. Уколова Л.Е.
МАИ, Москва
gabugi@mail.ru

Бренд - это неосязаемая сумма свойств продукта, создающих впечатление от его использования, включающая атрибуты, преимущества, ценности, индивидуальность и суть. Неотъемлемой составляющей успешного бренда является положительный имидж организации, при создании которого учитываются ее миссия, финансовое положение, качество продукции, имидж руководителя и его команды и многое другое.

В 2018 году «Аэрофлот» отметил свое 95-летие и в очередной раз подтвердил звание самого сильного и узнаваемого авиационного бренда мира. Оценку проводил мировой эксперт Brand Finance. В сентябре прошлого года «Аэрофлот» впервые в истории российского бизнеса завоевал гран-при и одержал победу в трех номинациях главной международной премии в области связей с общественностью IPRA GOLDEN WORLD AWARDS.

Группа «Аэрофлот» развивается на основе мультибрендовой платформы и включает помимо авиакомпаний Аэрофлот, Россия, Победа и Аврора профильные компании в смежных отраслях.

Британской компанией Bates Worldwide была разработана одна из самых популярных моделей построения бренда - «Колесо бренда». Составными элементами модели являются атрибуты, преимущества, ценности, личность, суть. Колесо бренда Аэрофлот выглядит следующим образом:

• Атрибуты: современный парк воздушного флота, широкая сеть маршрутов, качественный сервис, безопасность.

• Преимущества: надежность, комфорт, уверенность в результате.

• Ценности: спокойствие и доверие пассажиров, профессионализм команды, уважение к традициям, современные технологии, амбициозные цели.

• Личность: Аэрофлот - долгосрочный партнер и надежный товарищ

• Суть: Нам приятно помогать достигать целей.

В результате контент-анализа СМИ за последние 10 лет было проанализировано 2162 материала и выявлено, что до 2009 года кампания выживала в условиях кризиса. После смены руководства в апреле 2009 года в Аэрофлоте был проведен ребрендинг и разработана Стратегия развития кампании до 2025 года. Стремление авиакомпании к повышению уровеня сервиса до мировых стандартов позволило Аэрофлоту одерживать победы в престижных международных отраслевых конкурсах и вернуло в глобальную элиту гражданской авиации. В 2017 году Аэрофлот выполнил задачу своей Стратегии развития до 2025 года – войти в топ-20 глобальных авиаперевозчиков по количеству перевезенных пассажиров. Новая стратегия Аэрофлота «100 миллионов пассажиров к 100-летию Аэрофлота» ставит целью нарастить международный транзитный поток с 5 млн пассажиров в 2017 году до 10-15 млн в 2023.

20-21 декабря 2018 года среди студентов 3 и 4 курсов направления «Рекламы и связи с общественностью в высокотехнологичных отраслях» Московского авиационного института был проведен анкетный опрос «Оценка качества услуг, предоставляемых авиакомпанией Аэрофлот» на предмет выявления сильных и слабых сторон бренда. В опросе приняли участие 100 респондентов. Из них 40 мужчин и 60 женщин. Средний возраст опрошенных составил 20 лет. Уровень образования респондентов – незаконченное высшее образование.

По результатам опроса было выявлено, что основной целью перелётов является отдых (42%), большинство опрошенных пользуется услугами авиакомпании «Аэрофлот» раз в полгода (42%). Наибольшее число респондентов летают эконом-классом (65%). Самым важным критерием выбора авиакомпании является ценовая политика (65%). Из онлайн-сервисов респонденты чаще всего пользуются онлайн-регистрацией (76%), онлайн-табло (68%) и онлайн-бронированием (67%). Большинство респондентов (68%) не сталкивались с задержкой на рейс, с трудностями при получении багажа не сталкивались (87%) опрошенных. Большинство респондентов не является участниками программы Аэрофлот-бонус (58%). Одним из важнейших аспектов качества обслуживания респонденты отметили возможность использования онлайн-сервисов при покупке билета, регистрации на рейс (80%).

Таким образом, большинство опрошенных поставили высший балл авиаперевозчику Аэрофлот по всем критериям оценки. Из сильных сторон можно выделить использование авиакомпанией онлайн-сервисов для бронирования рейсов, регистрации пассажиров и онлайн-табло, а также квалификацию

персонала, широту маршрутной сети, удобство стыковок. К слабым сторонам можно отнести задержку рейсов, неудобства при получении багажа.

Список литературы

1. Авиакомпания «Аэрофлот». URL: https://www.aeroflot.ru (дата обращения 20.01.2019).

2. Иванов А. А. Брендинг: учеб. пособие. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 74 с.

3. Майборода Н. Бренд «Аэрофлот» стал самым влиятельным среди авиакомпаний мира [электронный ресурс]// Forbes Media LLC. All Rights reserved. 2016. (дата обращения 20.01.2019).

4. Мамаева А.Б., Захарова С.Е. Особенности формирования имиджа организации в высокотехнологичных отраслях на примере ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация» (ПАО «ОАК») // Наука и мир. 2018. № 1(53), том 2. С. 77-79.

5. The Brand Finance Group. URL: http://brandfinance.com/news/press-releases (дата обращения 20.01.2019).

PR-технология продвижения высокотехнологичной продукции в сфере авиастроения в социальных медиа

Миронов Д.И.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва
maestrious@gmail.com

В современном мире социальные медиа никого уже не удивляют, хотя и являются глобальным феноменом в коммуникации. Социальные медиа не просто имеют многомиллионную аудиторию. Эти площадки для многих заменяют само понятие общественно-значимой информации и Интернета.

Для PR-специалиста, работающего в социальных сетях, это новая возможность для прямой работы с заинтересованной аудиторией, не вкладывая огромные суммы на создание собственной инфраструктуры. Работа в социальных сетях позволяет создать канал обмена информацией с аудиторией и помогает в решении целого ряда сложных PR-задач. В данном случае социальные сети, такие как «Facebook», «Twitter», «ВКонтакте», используются как каналы доставки информации от компании в «умы пользователей».

По мнению В.А. Коцюбинского, «высокотехнологичная» продукция – это товары, которые выпускаются высокотехнологичными отраслями обрабатывающей промышленности.

Как и любой другой компании, компании которая производит высокотехнологичную продукцию следует постоянно повышать свою узнаваемость, формировать положительный имидж и быть в постоянном контакте с целевой аудиторией. Грамотное применение технологий в сфере связей с общественностью способствует достижению этих целей.

Определение понятия технологии непосредственно в PR-сфере дали А.А Калмыков и М.А. Денисова в статье «Системное описание PR-технологии»: «PR-технология – это реализуемая средствами PR социально-коммуникативная технология управления коммуникациями базисного субъекта PR с его целевыми общественностями, представляющая собой совокупность последовательно применяемых процедур, приемов и способов деятельности, направленных на оптимальную и эффективную реализацию целей и задач субъекта управления в определенное время и в определенном месте».

К PR-инструментам в интернете, которыми пользуются специалисты по связям с общественностью, относятся:

- ведение сайта компании;
- ведение корпоративного блога;
- ведение групп в социальных сетях, SMM;
- работа с интернет-изданиями;
- SEO-оптимизация и продвижение.

Для любой высокотехнологичной компании важно располагать качественным сайтом в интернете. Это касается всех компаний: B2B и B2C. В настоящее время интернет приобретает решающее значение в жизни отдельных людей и целых компаний. Следование последним тенденциям, например, таким как интернет вещей (Internet of things), технология блокчейн (blockchain), межмашинное взаимодействие (M2M), невозможно без интернета. При отсутствии собственного сайта во всемирной паутине компания, в особенности высокотехнологичная компания, будет заметно уступать конкурентам по многим показателям. Интернет как высокая технология незаменима в PR-продвижении высокотехнологичной компании.

В настоящее время у подавляющего большинства компаний любой отрасли есть сайт в интернете. Особенно важно наличие сайта у высокотехнологической компании. Грамотно выстроенная работа с сайтом, его наполнение и функциональность имеет важное значение. Сайт является лицом компании. На фоне сайтов российских компаний, выпускающих высокотехнологичную продукцию, можно выделить сайт компании «Sukhoi». Он сделан в минималистическом стиле, располагает понятной и удобной навигацией, а также на главной странице веб-сайта имеются ссылки, которые ведут на остальные социальные медиа организации.

Зачастую, блог выступает эффективным PR-инструментом. Именно блогосфера оказывает влияние на формирование имиджа компании, отдельного лица, товара или группы лиц. Ведение корпоративного блога компании – одна из важнейших задач на пути к достижению успеха. Это можно заметить, если просмотреть комментарии к публикациям и их количество.

Все больше компаний разного уровня и специфики прибегают к помощи блогеров. Хорошим примером успешной работы с социальных медиа служат блоги космонавтов МКС, которые представлены на сайте госкорпорации «Роскомос». В своих блогах, космонавты делятся интересными фактами и событиями, происходящими на Международной космической станции.

Маркетинг в социальных сетях (SMM) позволяет познакомить целевую аудиторию с брендом, привлечь внимание к собственной деятельности, анонсировать и рекламировать товары и услуги, увеличивая посещаемость сайта. Социальные медиа-платформы имеют аудиторию, сопоставимую с аудиторией телевизионных каналов, но пользователи в интернете намного более активны и внимательны к новой информации.

Социальные сети – это широкая аудитория, больше, чем на многих популярных площадках. Поэтому с помощью соцсетей возможно повышать популярность бренда, общаться с потенциальными клиентами, работать с лидерами мнений и создавать компании хорошую репутацию.

Создание профилей в социальных сетях для B2B компаний – надежный способ повысить популярность фирмы, ведь при корректном пошаговом продвижении прорабатывается реализация бизнес-целей, которые ставит перед собой предприниматель. Грамотная SMM-кампания привлечет клиентов, партнеров, повысит продажи и узнаваемость фирмы.

Особенности создания профессионального имиджа конструкторов авиационной техники

Нужина А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.псх.н. Захарова С.Е.
МАИ, Москва
liolia-1998@yandex.ru

Имидж конструктора авиационной техники представляет собой образ высококлассного специалиста аэрокосмической отрасли. Имена пилотов и космонавтов известны каждому, и в настоящее время, когда авиация стала использоваться не только в военных целях, стали обычной реальностью. Авиаконструкторам сложнее создавать свой личный узнаваемый образ и поддерживать высокую планку, поскольку конструирование самолётов не воспринимается как нечто необычное.

Специалист в имиджелогии В.М. Шепель даёт такое определение: «Имидж – индивидуальный облик или ореол, создаваемый средствами массовой информации, социальной группой или собственными усилиями личности в целях привлечения к себе внимания».

Профессиональный имидж – это имидж, соответствующий характеру выполняемой работы. Он не должен вызвать сомнения в высокой квалификации, нравственности, а также должен оправдывать ожидания коллег и партнёров по работе. Профессиональный имидж включает стиль поведения, манеру держаться, разговаривать, принимать решения.

Для выявления особенностей создания профессионального имиджа конструкторов авиационной техники нами был проведен контент-анализ медиа-материалов и социологический опрос.

В ходе проведенного контент-анализа медиа-материалов нами были проанализированы публикации об отечественных авиационных конструкторах, опубликованные в Интернете за период с 01.01.2012 года по 13.04.2018 год. Полученные материалы были изучены на предмет выявления профессионально-важных качеств данных специалистов и изучения их профессионального имиджа. Для этого в поисковой системе Google были введены словосочетания «Яковлев конструктор» или «Туполев конструктор», «Сухой конструктор», «Миль конструктор», «Микоян конструктор» и т.д. Процедура обработки информации предполагала качественный и количественный анализ. По запросу «Туполев конструктор» поисковой системой Google было выдано 2.310.000 результатов; по запросу

«Илюшин конструктор» - 16.900; «Камов конструктор» - 37.100; «Микоян конструктор» - 52.500; «Миль конструктор» - 256.000; «Сухой конструктор» - 1.610.000; «Яковлев конструктор» - 447.000; «Антонов конструктор» - 353.000; «Поликарпов конструктор» - 50.700; «Мясищев конструктор» - 21.800.

В ходе полученной информации были подробно изучены биографии, многочисленные видеоматериалы и фотографии таких выдающихся отечественных конструкторов, как С.В. Илюшин, Н.И. Камов, А.О. Микоян, М.Л. Миль, П.О, Сухой, А.Н. Туполев, А.С, Яковлев, О.К. Антонов, Н.Н. Поликарпов, В.М. Мясищев.

Следующим этапом исследования было проведение онлайн-опроса, направленного на выявление наиболее узнаваемых качеств конструкторов авиационной техники. В онлайн-опросе приняли участие студенты второго курса факультета иностранных языков Московского авиационного института, обучающиеся по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью» профиль «Реклама и связи с общественностью в аэрокосмической отрасли». Всего было опрошено 198 человек: из них 89 мужчин, 109 женщин.

В результате проведенного исследования были выявлены следующие особенности профессионального имиджа конструкторов авиационной техники, систематизированные по структурным компонентам трёхлучевой модели имиджа «личность-деятельность-отношения»:

• личность авиационных конструкторов характеризуется: выносливостью, целеустремлённостью, полной самоотдачей, упорством, компетентностью, профессионализмом, быстротой реакции, способностью нестандартно мыслить и запоминать огромный объём информации, силой воли, лидерством, оптимизмом, смелостью, высоким интеллектом;

• деятельность космических конструкторов определяется: длительной и сложнейшей предполётной подготовкой, тестированием различных изобретений, научно-исследовательской работой и общественно-политической деятельностью;

• отношения авиационных конструкторов строятся на способности поддержания доброжелательной атмосферы и атмосферы сотрудничества со своими коллегами, уверенностью в своих решениях и изобретениях, контактами с общественностью при проведении тематических встреч, пресс-конференций, а также умением оставаться обычными людьми.

Таким образом, имидж конструкторов авиационной отрасли представляет собой имидж делового мужчины и лидера, требует высокой самоотдачи и целеустремлённости, ассоциируется с архетипическим образом героя.

Список литературы

1. Волкова В.В. Имиджелогия: Учебно-методическое пособие. Ставрополь: СевКавГТУ, 2005. - 168 с.

2. Зазыкин В.Г., Захарова С.Е. Психология «паблик рилейшнз» или психология эффективного PR: Учебное пособие. – М.: Белый ветер, 2017. - 484 с.

3. Перелыгина Е.Б. Механизмы функционирования имиджа как феномена интерсубъектного взаимодействия. М., 2003.

Особенности восприятия имиджа пилотов у студентов Московского авиационного института

Олейник И.В.
Научный руководитель — доцент, к.псх.н. Захарова С.Е.
МАИ, Москва
iramurks@mail.ru

Имидж – индивидуальный облик или ореол, создаваемый средствами массовой информации, социальной группой или собственными усилиями личности в целях привлечения к себе внимания. Имидж как научное понятие - это стереотипизированный образ конкретного объекта, существующий в массовом сознании.

Профессиональный имидж – это имидж, соответствующий характеру выполняемой работы, высокому уровню профессионализма, нравственности, который должен оправдывать ожидания коллег и партнёров по работе.

Актуальность исследования особенностей формирования профессионального имиджа пилотов связана с тем, что профессия пилота гражданской авиации считается одной из наиболее технически сложных. Она высоко ценится и считается престижной, так как часто возникают ситуации, в которых пилот не имеет права на ошибку, потому что от его действий зависит жизнь пассажиров и членов экипажа воздушного судна.

Профессия пилот подразумевает выполнение следующих обязанностей: управление во время взлёта и набора высоты, выбор режима работы двигателей, координация движения самолёта, контроль показаний всех приборов, управление во время снижения и посадки и многое другое. Профессиональный имидж пилота – это, в первую очередь, имидж профессионала, прошедшего специальную техническую подготовку и получивших лицензию пилота. Профессия пилот в общественном сознании воспринимается как мужская, так как подразумевает отличную физическую подготовку, крепкое здоровье, устойчивую психику, способность идти на риск и брать на себя ответственность при принятии нестандартных решений, глубокие знания в технических науках. Несмотря на это, число женщин в гражданской авиации стремительно растёт.

Анализ медиа-материалов в сети Интернет показал достаточно большое количество публикаций на эту тему. В прессе обсуждаются личностные качества пилотов, внешний облик, специфика пребывания в полёте, общественно-политическая деятельность. В ходе проведенного контент-анализа медиа-материалов были выделены имена 10 наиболее упоминаемых пилотов. Данные материалы были изучены на предмет выявления профессионально-важных качеств пилотов, которые были систематизированы согласно трёхлучевой модельной структуре имиджа типа «личность-деятельность-отношения».

Для выявления особенностей восприятия профессионального имиджа пилотов был проведен анкетный опрос среди студентов Московского авиационного института, обучающихся по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью» профиль «Реклама и связи с общественностью в аэрокосмической отрасли». Объем выборки составил 150 респондентов, из которых 61 мужчин, 89 женщин. Средний возраст респондентов - 20 лет. Анкета состояла из нескольких функциональных блоков, соответствующих моделям персонального имиджа: соответствие известным архетипам; связь с позитивными символами; внешние данные и их соответствие с имиджем; обаяние; оценка общей культуры в поведении и отношениях; вербальный имидж; оценка выбранной имиджевой модели; демонстрация высокого интеллекта демонстрация лидерских качеств; характер отношений; успешность деятельности. Оценка имиджа осуществлялась по простой десятибалльной шкале. На основании полученных данных были выявлены следующие архетипические образы: пилот-герой (92%), пилот-мудрец (80,5%), пилот-политик (45%).

Таким образом, согласно трёхлучевой модели типа «личность-деятельность-отношения», личность пилота характеризуется: выносливостью, целеустремлённостью, полной самоотдачей, упорством, компетентностью, профессионализмом, скоростью реакции, нестандартным мышлением, отличной памятью, силой воли, лидерством, оптимизмом, смелостью, крепким здоровьем; деятельность пилота характеризуется: длительной и сложнейшей лётной подготовкой, выбором режима работы двигателей, координацией движения самолёта, контролем показаний всех приборов, занятием спортом; отношения пилотов характеризуются: способностью поддержания порядка и спокойствия на борту воздушного судна, а также доброжелательной атмосферы и атмосферы сотрудничества со своими коллегами, контактами с общественностью при проведении тематических встреч, пресс-конференций.

Библиографический список

1. Прищепова Д.С., Питиримова В.В., Прокопенко А.Д. Особенности восприятия профессионального имиджа летчиков // Гагаринские чтения – 2018: XLIV Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: Том 4: М.: МАИ (НИУ), 2018. С. 384-386.

2. Зазыкин В.Г., Захарова С.Е. Психология «паблик рилейшнз» или психология эффективного PR: Учебное пособие. – М.: Белый ветер, 2017. - 484 с.

3. Патрик Смит: Говорит командир корабля. Вопросы, ответы и наблюдения опытного пилота. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 368 с.

Особенности PR-деятельности авиационных организаций на ресурсе aex.ru

Петрова Ю.Е.

Научный руководитель — доцент, д.фил.н. Кушваха Х.Н.

МАИ, Москва

juliashka1998@bk.ru

Вслед за развитием общества происходит видоизменение средств коммуникации. В современном мире человечество не имеет возможности взаимодействовать без новейших средств связи. Ранее таковыми являлись печатные способы передачи информации, затем аудиальные и визуальные. Интернет-коммуникация – новейшее явление постиндустриального общества. По мере

популяризации Интернета, как канала коммуникации, который стимулирует новые социокультурные процессы, всемирная сеть стала средой общения, играющей всё более важную роль в жизни прогрессивного человечества.

Соответственно, появляются ресурсы, на которых размещают информацию организации различного профиля. Для авиационных кампаний Интернет-платформы, такие как форумы, порталы, интернет-издания (новостные сайты), блоги, социальные сети и интернет-приложения являются одними из приоритетных. С помощью Интернет-ресурсов можно эффективно тиражировать информацию об авиакомпании, так как она находится в открытом доступе.

Следует отметить преимущества PR-деятельности в Интернете. Прежде всего – это эффективность воздействия на целевую аудиторию, которая достигается путем цитируемости материалов. Пользователи поддаются сегментации, что позволяет взаимодействовать с уникальным пользователем, то есть общаться с аудиторией на различных форумах. PR-деятельность в сети позволяет оптимизировать затраты на каналы передачи информации. Одной из главных особенностей является свобода публикаций. Таким образом материал будет доступен без редактирования под требования тех или иных СМИ. Так как авиационные организации являются специализированными, Интернет – это наиболее выгодный способ размещения материалов.

Одной из ключевых платформ данной отрасли является aex.ru. Созданную в 1997-м году компанию для предоставления предприятиям авиационной отрасли интернет и IT-услуги, на протяжении долгого времени реструктурировали. Так что на данный момент это группы сайтов под названием Avia.ru Network, ориентированной на широкие группы общественности. Это официальное интернет-сообщество, на пространстве которого PR-службы авиационных организаций, предприятий, компаний размещают различные тексты, основными из которых являются заметки, обзоры, бэкграундеры, аналитические статьи, отчеты и прочие материалы.

Благодаря тому, что aex.ru является наиболее популярным ресурсом, журналисты обращают на него наибольшее внимание, в связи с чем авиационным организациям выгодно предоставлять краткие отчеты о своей деятельности. В этом заключается главная особенность PR-деятельности предприятий в информационном пространстве.

Проанализировав пресс-релизы, размещенные авиационными компаниями «Уральские авиалинии», «Аэрофлот» и «S7 Airlines» на портале aex.ru, автором были выявлены некоторые особенности размещенных на aex.ru PR-материалов:

1. Информация изложена кратко и четко, но при этом ёмко. При прочтении не возникает непонимания;

2. В статьях имеется, как повествовательная часть произошедшего (в данном случае сообщения касались системы скидок для пассажиров авиационных линий и годовых отчётов), так и статистическая. Партнеры компаний, журналисты экономического профиля смогут без затруднений найти интересующую их информацию.

3. В основном ориентация на пассажиров, так как льготы и порядок покупки авиационных билетов относятся преимущественно к ним.

4. В конце каждого сообщения дается библиографическая справка об организации, информация о которой была изложена выше.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что возможности портала aex.ru как информационного ресурса с большим числом пользователей предоставляет неограниченные возможности для реализации PR-деятельности авиационным компаниям. Основные затрагиваемые темы вышеупомянутых авиационных компаний на февраль 2019-го года являются сезонные предложения, годовые отчеты за 2018-й год, обновленные расписания рейсов, а также правила перевозки багажа и животных. Главными технологиями, используемыми PR-службами авиакомпаний являются пресс-релизы, обзоры, аналитические статьи, отчеты, что позволяет им выстраивать эффективную коммуникацию с целевыми аудиториями и широкой общественностью.

Список литературы

1. Официальный сайт интернет-издания aex.ru. URL: https://www.aex.ru (дата обращения 14.02.2019)

2. Официальный сайт интернет-журнала Avia.ru Network. URL: https://www.aviaru.net (дата обращения 14.02.2019)

3. Шабшин И.И. Психологические особенности и феномены коммуникации в Интернете. 2005 // URL: http://zhurnal.lib.rU/s/shabshin_i_i/internet.shtml (дата обращения 14.02.2019)

Интернет-сайт организации в системе корпоративной культуры (на примере авиакомпании «Волга-Днепр»)

Питиримова В.В., Прищепова Д.С.
Научный руководитель — доцент, Тараненко А.В.
МАИ, Москва
lera-char@mail.ru

В связи с развитием информационных технологий и появлением новых тенденций в PR-технологиях возрос интерес к такому каналу распространения информации, как Интернет. На данный момент Интернет является самым динамично развивающимся медиа, который опережает по массовости охвата целевых аудиторий такие каналы СМИ, как печать, радио и телевидение. Одним из инструментов для формирования положительного информационного пространства вокруг организации и ее корпоративной культуры, которым пользуются специалисты сегодня, являются корпоративный сайт компании и социальные сети.

Задачами корпоративной культуры авиакомпании «Волга-Днепр» являются создание атмосферы открытости на всех уровнях управления, информированности сотрудников, доброжелательности в отношениях; активное привлечение сотрудников к участию в принятии решений; обязательное предоставление обратной связи; развитие наставничества; трансляция примеров лидерства. Для этого специалисты по связям с общественностью авиакомпании «Волга-Днепр» активно используют в своей деятельности возможности Интернета.

Разработчики сайта авиакомпании «Волга-Днепр» и те, кто занимается его наполнением, стараются делать его максимально простым и интуитивно понятным, потому что деятельность фирмы ориентирована прежде всего на сегмент B2B. Присутствует динамический слайдер с фотографиями, вся необходимая информация. Он удобно разделен по вкладкам, размещены актуальные новости, фотографии и видео, контакты всех представительств и пр. Сайт авиакомпании «живой», динамичный, имеет достаточно простой дизайн, оснащен удобной и понятной навигацией, наполнен актуальной, интересной и лаконичной информацией. Все составляющие сайта подчинены общей идее – сформировать у пользователя соответствующее восприятие холдинга как авторитетной и открытой организации. Сайт целиком и полностью выполняет задачу информационного ресурса организации, так как очень информативен и содержателен. Присутствует отдельная вкладка - «Социальная ответственность», показывающая, что благотворительные и социальные программы относятся к важному звену стратегии развития группы компаний. Равное положение занимают вкладки развитие персонала, экология, образование, охрана труда сотрудников. Эти вкладки являются неотъемлемой частью корпоративной культуры и одними из определяющих векторов развития компании. После посещения сайта становится ясна корпоративная культура – все четко и по существу, складывается исключительно положительное впечатление об организации. На сайте присутствует форма обратной связи, что говорит о клиенториентированности. Видно невооружённым глазом, что сайт разработан для посетителя и отвечает всем его возможным потребностям. К минусам можно отнести отсутствие мобильной версии.

Таким образом, проанализировав сайт авиакомпании «Волга-Днепр» можно сделать вывод, что наличие сайта в сети Интернет положительно отражается на имидже компании и ее корпоративной культуре, является показателем открытости и стабильности организации. Правильно созданный и функционирующий сайт укрепляет бренд. PR-деятельность в Интернете должна быть включена в комплекс мероприятий, направленных на коррекцию или поддержание исходной PR-ситуации, находиться в согласовании с общей PR-деятельностью компании. Это на практике и активно используют специалисты по связям с общественностью, работающие в авиакомпании «Волга-Днепр».

Список литературы

1. Головань Я.В. Web-сайт как необходимый инструмент PR// Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2012. № 5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ekonomika.snauka.ru/2012/05/858 (дата обращения: 09.02.2019).
2. Группа компаний «Волга-Днепр» [Электронный ресурс]. – М., 2019. – Режим доступа: http://www.russianhelicopters.aero/ru/ (дата обращения 09.02.19).
3. Макеев, В. А. Корпоративная культура как фактор эффективной деятельности организации / В.А. Макеев. - М.: Либроком, 2014. - 248 с.
4. Сухов С. Корпоративный веб-сайт на 100%. Требуйте от сайта большего! / Овчинников Р. Спб.: Питер, 2015. – 588 с.
5. Чумиков А.Н. PR в Интернете: Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0 / А.Н. Чумиков, М.П. Бочаров, М.В. Тишкова. М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 134 с.

Форумы и выставочная деятельность как инструмент построения диалога с лидерами мнений

Прокопенко А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Малыхина М.А.
МАИ, Москва
glorynumb13@gmail.com

Актуальность данной работы продиктована спецификой маркетингового продвижения продукта в секторе B2B, а конкретнее в авиационной сфере. Из-за особенного продукта авиационной сферы использование привычного сочетания маркетинговых коммуникаций, к примеру интеграция традиционных рекламных баннеров и стимулирования сбыта при помощи акций в бизнес-сегменте не представляется возможным. Поэтому встает вопрос о том, как правильно оповестить потенциальную целевую аудиторию о нем. Выходом из положения и основной находкой для данной сферы, стало участие в коммуникационных площадках, таких как выставки и форумы, где представители организации могут не только презентовать свой продукт, пускай даже и в цифровом варианте, специфической целевой аудитории, но и с помощью технологии нетворкинга завязать тесные контакты с представителями более крупных организаций, которые являются «лидерами мнений» отрасли.

Целью работы является разработка коммуникационной программы для работы с лидерами мнения на форумах и выставках.

В работе понятие «лидера мнений» определено как член общества, к мнению которого прислушивается большинство. Лидер мнений, интерпретируя определенным образом полученное сообщение, влияет на аудиторию. Также рассматривались характеристики лидера мнений, которые помогают ему влиять на других людей и был выявлен общий портрет лидера мнений.

В качестве инструмента в построении отношений с лидерами мнений, был обозначен процесс нетворкинга, подразумевающий под собой искусство создания взаимоотношений, способствующих достижению целей отдельными личностями и всей общиной в целом. Под общиной в данном случае понимаются люди, располагающие определёнными связями. Для выявления роли нетворкинга в коммуникационном процессе, в первую очередь были обозначены такие важные аспекты, как наличие четкой цели, определение миссии, наличие мотивации. Далее рассматривалась «воронка установления связей» в процессе нетворкинга, включающая в себя подготовку к установлению связей, первый контакт, общение и завершение. Для оценки эффективности нетворкинга была представлена формула.

PR-мероприятия, а именно выставки и форумы, отличная возможность для построения отношений с лидерами мнений с использованием феномена нетворкинга в бизнес-среде.

В данной работе под выставкой понимается рыночное мероприятие, на котором экспоненты представляют на основе выставочных образцов производимые товары и услуги. Для построения успешных контактов на выставке был выделен план PR-деятельности, включающий общение с пресс-секретарем выставки после подписания контракта о выделении места для стендов, прием представителей прессы на стенде, приглашение посетить стенд представителей других компаний, дистрибьюторов и других, с которыми нужно построить партнерские, деловые отношения. Форум же — это собрание представителей каких – либо организаций, организованное для обсуждения определенных проблем, вопросов. В работе были выделены этапы форума, его функции, а также правила успешной презентации. На любом форуме основная часть событий происходит не на научной конференции, а в период неформального общения. Именно здесь достигаются договоренности о совместной деятельности.

Поняв сущность рассмотренных феноменов, была разработана коммуникационная программа для работы с лидерами мнений на форумах и выставках:

1. Разработка плана PR-деятельности, включающего этапы действий для работы с лидерами мнений. Преимущественно на выставках.
2. Создание эффективной презентации, которая сможет захватить внимание лидера мнения и привлечь его интерес. Преимущественно на форумах.
3. Тщательная подготовка к мероприятиям (выставки и форумы), включающая мониторинг полезной информации, которая в дальнейшем поможет завязать диалог с лидером мнений.
4. Использование технологий нетворкинга в построении отношений с лидерами мнений, а также использование формулы для подсчета эффективности нетворкинга.

Таким образом, в ходе работы была разработана коммуникационная программа на таких PR-мероприятиях, как выставки и форумы.

Список литературы
1.Джефкинс Ф., Ядин Л. Паблик рилейшнз: Учебное пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 416с.
2.Д'Суаза С. Великолепный нетворкинг. Что нужно знать, делать и говорить, чтобы построить блестящую сеть деловых контактов. Спб.: ИГ «Весь», 2013. – 160с.
3.Келлер Э., Берри Д. Лидеры общественного мнения // Отдел маркетинга. 2003. №11.

Контент-анализ медиаматериалов как метод исследования личностно-профессионального имиджа современных космонавтов

Родина Е.А., Струкова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.псх.н. Захарова С.Е.
МАИ, Москва
helenrods@mail.ru

Имидж – это искусственная имитация или преподнесение внешней формы какого-либо объекта или лица. Он является мысленным представлением о человеке или товаре, целенаправленно формирующимся в массовом сознании с помощью СМИ, рекламы либо пропаганды. Как научное понятие имидж определяют как «стереотипизированный образ конкретного объекта, существующий в массовом сознании».

Профессиональный имидж – это имидж, которого требует профессиональная сфера и характер работы субъекта. Он должен подчёркивать и выделять умение и навыки человека, работающего в конкретной среде. Он включает в себя внешность, стиль поведения человека, его мимику, манеру разговаривать и принимать решения.

Актуальность исследования особенностей формирования профессионального имиджа космонавтов заключается в том, что имидж оказывает огромное влияние на создание и развитие межличностных отношений, которые определяются степенью его положительности. В работе космонавтов характер отношений с обществом: партнерами и гражданами очень важен. Эта профессия является достаточно сложной и интересной, поэтому у космонавтов должны быть узнаваемые и привлекательные черты, способствующие формированию его положительного образа.

Профессия «космонавт» подразумевает отличную физическую подготовку, крепкое здоровье, устойчивую психику, способность идти на риск и брать на себя ответственность при принятии нестандартных решений, глубокие знания в технических науках. Также она подразумевает выполнение следующих обязанностей: пилотирование летательного аппарата, взлёт, посадку, координацию работы всех систем и действий экипажа, пред- и послеполетную подготовку летательного аппарата, а также отвечать за состояние здоровья членов экипажа во время полёта.

Для выявления особенностей формирования профессионального имиджа современных космонавтов нами был проведен контент-анализ медиа-материалов. Контент-анализ – метод качественно-количественного анализа содержания документов с целью выявления или измерения различных фактов и тенденций, отраженных в этих документах. Особенность контент-анализа состоит в том, что он изучает документы в их социальном контексте.

В ходе проведенного контент-анализа медиа-материалов в сети Интернет за период с 2008 года по 2018 год были выявлены наиболее упоминаемые космонавтов. Так, по запросу «космонавт Шкаплеров А.Н.» поисковой системой Яндекс было выдано 605000 результатов; по запросу «космонавт Рязанский С.Н.» было выдано 365000 результатов; по запросу «космонавт Кононенко О.Д.» - 29000 результатов; по запросу «космонавт Мисуркин А.А.» - 12000 результатов; по запросу «космонавт Овчинин А.Н.» - 9000 результатов; по запросу «космонавт Рыжиков С.Н.» и «космонавт Юрчихин Ф.Н.» также было выдано 9000 результатов; по запросу «космонавт Артемьев О.Г.» - 8580 результатов; по запросу «космонавт Маленченко Ю.И.» - 8000 результатов; по запросу «космонавт Котов О.В.» - 7000 результатов. В качестве источников были проанализированы такие СМИ как: «РИА Новости», «Российская Газета», «ТАСС» и «РАН», «Буран», «Роскосмос» и «Новости Космонавтики». Данные материалы были изучены на предмет выявления профессионально-важных качеств космонавтов, изучения их имиджа по трёхлучевой модели имиджа типа «личность-деятельность-отношения».

Таким образом, проведенный анализ позволил сделать следующие выводы: космонавтам посвящено большое количество медиа-материалов; в прессе обсуждаются их личные качества, внешний облик, специфика пребывания в космосе, общественно-политическая деятельность, семейные отношения и отношения с коллегами.

Список литературы
1. Батурин Ю.М. Повседневная жизнь российских космонавтов. М.: Молодая гвардия, 2011. – 320 с.
2. Гарпинченко М.А., Федорова Р.А. PR-методы исследования формирования имиджа лётчика-космонавта, героя Российской Федерации Елены Олеговны Серовой //Гагаринские чтения–2016: XLIIМеждународная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов. - Т. 2: М.: МАИ (НИУ), 2016. С. 209-210.
3. Зазыкин В.Г., Захарова С.Е. Психология «паблик рилейшнз» или психология эффективного PR: Учебное пособие. М.: Белый ветер, 2017. - 484 с.

Использование блогеров в PR-кампании «Друзья бренда» авиакомпании «S7 Airlines»

Сафронова В.А.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Тараненко А.В.
МАИ, Москва
vasilisa_safronova_97@mail.ru

В последнее время стало модным осуществлять продвижение продуктов, услуг и имиджа компании с помощью блогеров, которых можно назвать лидерами мнений.

PR-кампании с помощью блогеров осуществляются посредством позитивных постов о фирме со страницы и аккаунтов блогера в социальных сетях, видео-обзоров на мероприятия, организованные компанией, видеороликов, посвященных компании (например, ролик об истории компании и её достижениях), а также позитивных отзывов о её деятельности и рекомендаций. Выделяют четыре группы критериев выбора блогера в целях PR-деятельности: характеристика аудитории, вовлеченность пользователей и накрутки лайков/просмотров, создаваемый контент (однородность, регулярность, тональность публикаций, частота заказных публикаций, соотношение лайков и дизлайков), стоимость участия в мероприятиях компании. Для оценки эффективности их работы могут быть использованы такие метрики, например, как количество публикаций, охват аудитории, лояльность аудитории, вовлеченность публикации по просмотрам, метрика вовлеченности на подписчика, изменение установок и мнений. Не является исключением для привлечения блогеров и авиационная отрасль.

Так, в 2016 году «S7 Airlines» стала первой российской авиакомпанией, запустившей программу бренд-амбассадорства с использованием блогеров. PR-кампания носила название «Друзья бренда». Цель проекта заключалась в усилении существующего образа современной и прогрессивной авиакомпании в публичном поле. Для этого были поставлены следующие задачи:

1. повышение в публичном поле привлекательности статуса пассажира компании;
2. демонстрация того факта, что продвинутая и разбирающаяся аудитория всё чаще выбирает «S7 Airlines»;
3. продвижение идеи, что «S7» – это модно, «S7» задает тренды;
4. достижение всех выше изложенных пунктов посредством работы с лидерами мнений.

Целевыми аудиториями проекта являлись клиенты авиакомпании, потенциальные потребители услуг авиакомпании в Москве и регионах России, креативный класс, молодая активная аудитория, интересующаяся актуальными трендами.

Коммуникационная стратегия заключалась в том, что проект «Друзья бренда» – это кампания про счастье, вдохновение и стремление к новому. Коммуникационная тактика реализовывалась посредством следующих решений: регулярный постинг; интеграция в PR и маркетинговые кампании; коллаборации; специальные проекты со СМИ.

В итоге, было отобрано 4 амбассадора, представляющих разные сферы деятельности, но имеющие сходные тематики постов в социальных сетях: путешествия, lifestyle, фотографии. Бренд-амбассадорами стали Равшана Куркова – актриса театра и кино; Мигель – режиссер-постановщик, хореограф, продюсер; Софико Шеварднадзе – журналист; Антон Беляев – музыкант, продюсер, композитор.

Результаты проекта демонстрируют высокую эффективность PR-кампании:

1. Высокая лояльность со стороны аудитории бренд-амбассадоров.
2. Качественное и постоянное присутствие бренда в информационном пространстве.
3. Яркий фото и digital-контент.
4. 306 постов знаменитостей, летающих «S7 Airlines».
5. 105 постов знаменитостей о проектах «S7 Airlines».
6. 150 млн контактов – охват всех активностей.

Итак, использование блогеров в PR-кампании «Друзья бренда» авиакомпании «S7 Airlines» позволило сформировать имидж данной организации как крупной российской авиакомпании, отличающейся современными и прогрессивными взглядами.

Список литературы

1.Официальный сайт авиакомпании «S7 Airlines» [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.s7.ru

2.Чекмарёв С.Г. Социальные сети для бизнеса в России. М.: Омега-Л, 2018. С. 94-96.

3.Явдолюк Н. 50 лучших проектов Национальной премии в области развития общественных связей «Серебряный Лучник». Ульяновск: Ульяновский Дом печати, 2018. С. 11-19.

Филиалы МАИ «Восход» (г. Байконур) и «Взлёт» (г. Ахтубинск)

Анализ и выбор методов защиты КСр от ионизирующего излучения

Абдыкалык Е.Е., Орынбасар Б.Г.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
erden77707@gmail.com

Для большинства факторов космического пространства уже были придуманы и просчитаны методы борьбы с ними, но ионизирующие излучение (космическая радиация) до сих пор остается проблемой, которая серьезно ограничивает зону безопасного космического полета. Ионизирующее излучение – это потоки различных заряженных частиц которые, попадая в вещество, ионизируют атомы вещества. Воздействие непрерывной и импульсной проникающей радиации на живые организмы представляет огромную опасность т.к. в последствии излучения трансформируются клетки, деформируя их ДНК приводит к мутациям и генетическим повреждениям. А также сильно отражаются на электрических показателях приборов и изделий на борту космического корабля

Космическая радиация различается на три основных вида. Эта классификация исходит из источника, откуда нам прилетают эти частицы огромной энергии.

Внегалактические и галактические лучи (характер источника этих излучений это вспышки сверхновы, черные дыры и т.д.) Является самой опасной высокоэнергетической составляющей корпускулярного потока в нашей галактике. Энергия этих частиц ВКЛ и ГКЛ может достигать 10^14 МэВ.

Солнечные космические лучи (возникают в результате хромосферных вспышек на Солнце). Эти частицы по сравнению с галактическими обладают более низкими энергетическими характеристиками (предположительно 100 МэВ), но значительно превосходящую интенсивность действующего потока, которые варьируются от вспышки к вспышке на несколько порядков величины. Наиболее высокую радиационную опасность для межпланетных космических полетов представляют именно солнечные космические лучи.

Радиационные пояса Земли – представляют собой две раздельные области магнитосферы с очень высокой интенсивностью, но малой энергией радиационного излучения. РПЗ имеют, локальный характер и за пределами магнитосферы радиационный фон снижается, не представляя высокую опасность для космических полетов.

На сегодняшний день существует несколько мер защиты от этих негативных факторов.

1)Улучшить свойства материалов обшивки космического летательного аппарата за счет применения новых перспективных композитных материалов, которые позволят, снизит воздействующий радиационный фон.

2)Создать систему магнитной защиты для отражения частиц

3)Просчитать и выбрать траекторию полета космических средств в космическом, с минимальными радиационными воздействиями.

Проанализировав данные мероприятия, получили возможность выбрать более рациональные методы снижения воздействия и защиты от ионизирующего излучения.

Список литературы

1. Бобков В.Г., Демин В.П., Кеирим-Маркус И.Б. и др. Радиационная безопасность при космических полетах. М.: Атомиздат, 1964.

2. Устюжанинов В.Н. Оценка эффективности конструкционной защиты электронной аппаратуры в составе космических аппаратов от действия тяжелых заряженных частиц.

3. Коваль А., Ус А., Шувалов В. Защита от излучений // Российский космос. 2007.

Перспективы лазерной связи в космосе

Айдархан Е.М., Бакимбай Т.М.
Научный руководитель — Шанкибаева Ж.Т.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
erbola119@gmail.com

Главной целью является исследование современной, конкурентоспособной, комбинированной радио-оптической линии сбора и передачи информации от комплекса целевых нагрузок РС МКС,

обеспечивающей высокую пропускную способность и помехозащищенность при передаче данных. Так же обеспечение работоспособности лазерных линий связи «борт КА – наземный пункт» при различном состоянии атмосферы. Система перспективна во всех космических отраслях, так как значительно превышает скорость передачи и крайне низкий уровень возникновения ошибок чем при использовании радиоволн.

СЛС так же может обеспечить широкополосные каналы связи для КА на низкой околоземной и геостационарной орбите, что может обеспечить получение информации с метеорологических и других спутниках практически в режиме реального времени. Она также сможет передавать данные на другой спутник-ретранслятор, позволяя передавать данные непосредственно на противоположную сторону Земли при соблюдении невероятных норм безопасности. Постоянный поток информации обеспечить безопасный полет для средств наземной авиации и предотвращение чрезвычайных ситуации на местах проживании путем своевременного предотвращения природных бедствий.

Выделяются и описываются характеристики технических средств обеспечивающих линию связи «борт КА – наземный пункт» и рассмотрены локальные, зарубежные и коммерческие разработки в данной сфере. Описаны их отличия, преимущества и недостатки системы.

Для успешной реализации системы необходимо учесть ряд факторов, влияющих на работоспособность и характеристики лазерного канала космической связи. В частности, необходимо оценить точность ориентации КА и параметры её угловых колебаний в режиме стабилизации, точность привязки посадочного места к системе координат и т. д. В данной работе рассматриваются методы решения этих и других аналогичных задач.

Оценка эффективности обслуживания заявок предприятием дизайнерских услуг

Алданышов Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шестопалова О.Л.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
aldanyshov_d.a@mail.ru

Предлагается к рассмотрению система, которая позволит оптимизировать работу сотрудников предприятия, предоставляющие дизайнерские услуги, при поступлении различных видов и объемов заказов от потребителей услуг.

Данная система позволяет получать зависимости для расчетов характеристик работы в стационарном режиме.

Если на предприятии работает недостаточное количество дизайнеров, а количество и объемы заказов велики, то возникают потери прибыли из-за потери клиентов. Если же, наоборот, потребителей услуг недостаточно, а количество дизайнеров велико, то возникает простой в работе дизайнеров. В обоих случаях предприятие несет потери: в первом случае потому, что не все желающие воспользовались услугами данного предприятия, во втором – потому что количество дизайнеров велико и рентабельность предприятия снижается.

В качестве критериев эффективности организации работы предприятия предлагаются среднее время ожидания клиента получения обслуживания и времени простоя дизайнера. Работа предприятия организована наилучшим образом, если данные критерии эффективности функционирования предприятия минимальны. Кроме того целесообразно в качестве показателей использовать и такие критерии как пропускные способности данной системы массового обслуживания: абсолютной (среднее число заказов, которое может быть обслужено за единицу времени) и относительной (средняя доля обслуживаемых заказов в общем количестве поступивших в систему).

Полученные оценки позволят в целом оценить эффективность функционирование предприятии как с точки зрения количества обслуженных клиентов, так и определить количество дизайнеров необходимых предприятию, чтобы повысить рентабельность предприятия в целом.

Совершенствование системы управления персоналом предприятия

Баттал А.А., Кожантай М.Б.
Научный руководитель — Альмухаметова Э.Р.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
aybek.ka95@gmail.com

В условиях перехода к инновационному обществу система управления трудовыми ресурсами является важной составляющей менеджмента, и чем она результативна, тем лучше достигается

экономический эффект хозяйствующего эффекта в виде улучшения финансовых показателей таких как прибыль и рентабельность.

Вследствие этого человеческий капитал является главным фактором конкурентоспособности любого хозяйствующего субъекта. Ведь в практике управления всегда есть взаимосвязь трудовых ресурсов с полученными результатами. Вопросы системы управления человеческими ресурсами являются актуальными. В российских предприятиях возрастает значение управления трудовыми ресурсами, в связи с тем, что высокая производительность и продуктивность зависят в первую очередь от кадров, осуществляющих трудовую деятельность.

Актуальность совершенствования системы управления трудовыми ресурсами обусловлено развитием инфраструктуры рынка и изменением характера работ и содержанием труда. Но недостаточная степень внутреннего потенциала экономики РФ, отсутствие условий и стимулов для развития трудовых ресурсов вынуждает обращаться снова к проблемам исследования системы управления персоналом. Положение хозяйствующего субъекта при переходе к инновационной экономике требует развития системы управления персоналом, от которой зависят кадровое планирование, оценка, обучение и развитие, мотивация и стимулирование человеческих ресурсов. Наиболее значимым ресурсом любого хозяйствующего субъекта является персонал. Результативная деятельность работников увеличивает уровень конкурентоспособности и доходности любого предприятия [8]. Вследствие этого разрешение проблем управления трудовыми ресурсами считается приоритетным для многих российских компаний.

Цель исследования – разработка рекомендаций по совершенствованию и обоснованию системы управления персоналом хозяйствующего субъекта.

Усовершенствование системы управления трудовыми ресурсами в исследовании достигается с помощью создания новой системы оценки персонала, которая представит возможность кадрового планирования трудовых ресурсов (выделения работников в кадровый резерв); обучения и развития трудовых ресурсов на дальнейшую перспективу; продвижения работников по карьерной лестнице. Создание усовершенствованной системы мотивации и стимулирования кадров позволит продуктивно осуществлять деятельность российской компании.

Список литературы

1. Астахов Ю.В. Планирование деловой карьеры персонала как эффективная кадровая технология // Известия саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. – 2014. – Т.13. – №2. – С.14-17.

2. Великанова С.С. Подсистема управления развитием персонала в рамках системы управления персоналом. Обучение персонала // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1. – С. 346.

3. Винярская Ю.Э. Управление деловой карьерой как фактор развития персонала организации в сфере услуг // Сборник: Современные проблемы и тенденции развития экономики и управления в XXI веке – 2015. – С.23-26.

4. Витик С.В. Управление системой мотивации персонала // Молодой ученый. – 2016. – №3. – С.28-33.

Решение задачи распределения воздушных судов по рейсам

Дарибаева Н.Т.[1]

Научный руководитель — доцент, Кулепётова Н.Н.[2]

1 – ФГБОУ ВО «Оренбургский Государственный Университет», Оренбург

2 – Филиал МАИ «Восход, Байконур, Казахстан

nurziadar@gmail.com

Авиационная индустрия – область, которая не стоит на месте и прорывы в обработке корпоративной информации могут дать колоссальные конкурентные преимущества. Выявлено, что большинство крупных зарубежных авиакомпаний, среди них такие гиганты как British Airways, American Airlines, Air France, China Eastern, Airlines, Lufthansa предпочитают внедрять системы SAP, Oracle или SITA. В то время как среди российских авиакомпаний ими пользуются лишь некоторые, например, такие крупные авиаперевозчики как S7 и Аэрофлот. В целом российские авиакомпании внедряют отдельные системы различных поставщиков, удобных для конкретных групп бизнес-процессов. На российском рынке отечественных разработчиков информационных систем для авиаиндустрии не очень много. Среди них можно выделить: «Региональный информационно-вычислительный центр Пулково», бюро информационных технологий «Аэро-Софт», «Авиабит», «Аэронавигатор». Каждый из программных продуктов направлен на автоматизацию конкретных бизнес-процессов, причем некоторые их них охватывают достаточно широкий круг задач. Тем не

менее применение математических методов в этих системах пока еще не нашло широкого распространения.

Как известно, финансовой целью любого авиапредприятия является получение прибыли, и информационные системы должны помогать в достижении этой цели. В авиационной отрасли также стараются автоматизировать деятельность на всех возможных этапах работы, в особенности ресурсоемких с точки зрения вычислений, требующих обработку и анализ большого объема данных, а также использование математических методов. К одним из таких этапов относится этап распределения воздушных судов по рейсам. В разные годы разрабатывались различные математические модели распределения воздушных судов по рейсам, однако, на сегодняшний день наиболее популярными из всех являются методы FAM и IFAM [1].

В данной работе использована информация об имеющемся парке воздушных судов и о маршрутной сети на примере авиакомпании «Эйр Астана». Авиакомпания имеет в распоряжении 33 воздушных судна. Всего имеется 5 типов самолетов, обладающих разным значением пассажирской вместимости и техническими характеристиками.

В качестве исходных данных выберем однодневное расписание авиакомпании «Эйр Астана». Всего в расписании компании содержится 124 рейса, включая сезонные рейсы, осуществляемые только либо в летнее время, либо в зимний период.

Приняты несколько ограничений на осуществление рейсов:

1) число воздушных судов ограничено (33 ВС);
2) средний коэффициент загрузки ВС равен 65% для всех направлений;
3) каждый самолет может использоваться не более 20 часов в день (1200 минут);
4) отклонение во времени прилета и вылета составляет 25 минут;
5) разворотное время для всех рейсов составляет 43 минуты;
6) в конце операционного дня каждый самолет должен пройти техническое обслуживание в авиационно-техническом центре или в Алмате, или в Астане, или в Атырау.

Таким образом, из 124 рейсов получены 32 замкнутые цепочки рейсов, аэропорт вылета которых совпадает с аэропортом прилета. На основе FAM произведено оптимальное распределение ВС на цепочки рейсов для модельных данных спроса на рейсы. Рассчитана операционная доходность от назначения ВС на эти цепочки рейсов.

Литература

Виноградов Л.В., Фридман Г.М., Шебалов С.М. Математическое моделирование в оптимизации планирования авиационных перевозок: перспективы развития и эффект от использования. Научный Вестник МГТУ ГА, №132,2008, 58-64 с.

Проект построения группировки наноспутников для исследования Солнца

Жолтаева Ж.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Колодяжная И.Н.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
bshobdiroov@gmail.com

Работа посвящена вопросам организации группировки наноспутников на орбитах, позволяющих наиболее качественно производить исследования параметров Солнца. Актуальность заключается в решении вопроса исследования Солнца и индивидуальной доставки в кратчайшие сроки наноспутников на нужную орбиту. В связи с постоянной миниатюризации электроники микро и наноспутники становятся все дешевле и легче, их количество увеличивается, поэтому необходимо рассматривать разные варианты наноспутников, совершенствовать их конструкцию и подбирать оптимальные орбиты и точки их стояния.

При исследовании Солнца необходимо решить вопросы, связанные с глобальной картиной солнечной активности и ее проявлений в гелиосфере для анализа информации на прогноз геоэффективности солнечных явлений (солнечной обусловленности околоземных и земных процессов). Мониторинг солнечной активности и выдача оперативного прогноза комической погоды являются актуальными и уникальными для России.

Исследование Солнца началось в 60-х гг. прошлого века за счет запуска спутников, разработанных в NASA и EASA, а также в рамках совместных проектов Японии, Великобритании и США. С 1994 г. по настоящее время ведутся разработки программ России и стран СНГ по исследованию Солнца. Последняя разработка российских ученых «Ярило» предназначена для построения группировки наноспутников для исследования Солнца. Группировка, которая создается, должна состоять из космических аппаратов (КА), позволяющих проводить непрерывный мониторинг солнечной

активности. Наблюдения за Солнцем в непрерывном режиме обусловливает создание полноценной спутниковой группировки, состоящей минимально из двух аппаратов, так как один из них может находиться в тени Земли. Средство построения группировки наноспутников на орбите предполагается выполнять двухлопастным роторным парусом, раскрываемым под действием центробежных сил. Работа наноспутников предполагается на период – между 24 и 25 циклами солнечной активности.

В работе предлагается увеличить количество наноспутников, оставив парусное средство разведения их на орбите. Рассмотрены варианты транспортных средств по доставке грузового контейнера с наноспутниками. Количество наноспутников предлагается увеличить, сохраняя общую массу выводимого грузового контейнера, за счет подбора современных тонкопленочных материалов. Также рассмотрено транспортное средство сверхлегкого класса по доставке грузового контейнера.

Виртуальная лаборатория по сборке персонального компьютера

Иванов М.В.
Научный руководитель — Серикбаева Ж.К.
ГБ ПОУ «БЭРТТ», Байконур, Казахстан
zhanat.serikbaeva@mail.ru

Неотъемлемой частью современного процесса обучения в высшем и среднем профессиональном образовании является применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

В рамках данной работы выделим такой вид ИКТ, как электронные образовательные средства обучения, активно применяемые преподавателями на занятиях.

Отметим, что важным элементом процесса образования является эксперимент, стимулирующий познавательную деятельность студентов, также позволяющий рассматривать учебный процесс с творческой стороны.

В данной работе рассматривается создание виртуальной лаборатории, которая позволит студентам виртуально с применением различных комплектующих тренироваться в сборке персонального компьютера. Также виртуальная лаборатория позволит студентам высшего и среднего профессионального образования изучить практический материал по дисциплинам «Технические средства информатизации» и «Архитектура ЭВМ».

Особая важность виртуальных лабораторий в процессе обучения заключается в том, что для проведения практических занятий не требуется сложное и дорогостоящее оборудование. Студенты смогут индивидуально выполнять работу.

Работу виртуальной лаборатории можно будет демонстрировать во время проведения лекционных занятий, т.е. в дополнение лекционного материала. В этом случае будет устранён временной барьер между лекционными и лабораторными занятиями.

При проведении занятий с применением электронных средств обучения соблюдается наглядность предоставления учебного материала, что способствует повышению эффективности и качества обучения.

Проблемы образования в области астрономии в Республике Казахстан

Кайыр А.Е., Абдуалиев А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жуматаева Ж.Е.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
nleveltv@gmail.com

Целью данной работы является описание решения проблемы образования в области астрономии в Республике Казахстан.

Определим, в каких целях стоит изучать астрономию:

• Это необходимо современному образованному человеку в силу тех важных социальных функций, которые выполняет астрономия на протяжении всей истории человечества и в которые современная эпоха вносит новые грани.

• Это разработка методов ориентации во времени и пространстве, что является необходимым условием производственной деятельности человека в определенной среде обитания.

С каждым годом в вузах Республики Казахстан растёт количество грантов по специальностям, связанным с астрономией и космонавтикой, но при этом число желающих поступить на эти специальности не увеличивается. Из этого следует, что интерес к этой предметной области у будущих студентов отсутствует.

Одним из способов решения указанной проблемы может быть внедрение в среднее образование факультативных занятий по астрономии. Школьники, занимаясь на внеклассных факультативных занятиях, смогут начать изучать астрономию еще в школе, что даст им начальную базу знаний при поступлении в вузы на специальности, связанные с астрономией и космонавтикой. После окончания школы, в случае, если учащийся освоил заданный объём часов факультативных занятий, ему может выдаваться специальный сертификат, который учитывался бы при проведении конкурса на гранты МОН РК и давал определенное преимущество абитуриентам.

Конечно, внедрение предмета астрономии в систему среднего образования будет требовать затрат как материальных, так и людских, вызванных следующими факторами:

• Подготовка кадров в области астрономии, способных и популяризировать науку астрономию.

• Согласование учебного плана со временем прохождения факультативных занятий.

• Подготовка научно-популярной литературы, покупка большого количество иллюстративных материалов, новейшего оборудования для проведения визуальных астрономических наблюдений.

Предполагается, что финансирование будет производиться за счёт бюджетных средств Министерства Образования и Науки Республики Казахстан.

Учитывая преимущества, так и недостатки решения рассматриваемой проблемы, можно сказать, что одним из оптимальных решений является включение дополнительных занятий по астрономии и космонавтике в школьную программу среднего образования Республики Казахстан. После окончания школы абитуриенты, желающие связать свое будущее с изучением и занятием астрономией, будут иметь базовые знания по данным направлениям обучения. Это обеспечит астрономическую отрасль Республики Казахстан молодыми квалифицированными специалистами.

Проблемы, возникающие при осуществлении инновационной деятельности

Ким А.А.
Научный руководитель — Вербицкая О.А.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
annakimbaik@mail.ru

Анализ уровня развития современных экономических систем показывает, что экономический рост определяют нововведения, реализуемые в различных сферах деятельности. Это может быть достигнуто путем создания предпосылок развития инновационной экономики и форсирования инновационной деятельности посредством разработки и реализации результатов научных исследований и разработок в практической деятельности.

Актуальность внедрения новшеств в различные сферы деятельности, в условиях развития инновационной экономики обусловлена различными факторами:

• Совершенствованием управленческих механизмов деятельности предприятий;

• Организацией рационального механизма инновационной деятельности.

Однако, инновационная деятельность связана с достаточным количеством проблем, возникающих на всех этапах жизненного цикла инноваций. В общем случае выделяют пять наиболее выраженных проблем:

1. Перспективность внедрения инноваций.
2. Динамика внутренних процессов в организациях.
3. Качество маркетинговых и патентно-конъюнктурных исследований при разработке и внедрении инноваций.
4. Возникновение технических проблем или отсутствие постоянного источника финансирования.
5. Невозможность определения точных экономических параметров инновационных проектов.

С целью решения проблем внедрения инноваций государственными органами исполнительной власти в рамках Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации разработана Стратегия инновационного развития на период до 2020 года. Она описывает переход России на инновационный путь развития, в рамках предполагается повышение конкурентных преимуществ товаров российских производителей на мировом рынке. В указанном документе предполагается развитие приоритетных направлений инновационного развития:

• Производство авиакосмической техники;

• Нанотехнологии;

• Композитные материалы;

• Атомная и водородная энергетика;

• Биомедицинские технологии жизнеобеспечения и защиты человека и животных;

• Отдельные направления рационального природопользования экологии. [1]

Реализация данной стратегии будет осуществлена в два этапа, которые предполагают формирование работоспособной национальной инновационной системы посредством внедрения параметров инновационной экономики, проведение технического и технологического перевооружения, а также модернизацию передовых отраслей промышленности.

Успешное осуществление этапов данной стратегии предполагают повышение инновационного потенциала России и, как следствие, инвестиционной привлекательности отечественных компаний в грядущей перспективе.

Нейронные сети. Основы

Коновской А.С., Масицев В.П.
Филиал МАИ «Взлёт», Ахтубинск
konovskoy01@mail.ru

Нейронные сети. Что это такое?

В этой работе мы абсолютно подробно расскажем о том, что же такое нейронные сети, о том, как они работают, о том, какой принцип работы заложен в нейронных сетях.

На эти и другие вопросы мы ответим, рассмотрев элементарную модель искусственного нейрона, а так же рассмотрев формальную модель искусственного нейрона, предложенную ещё в тысяча девять сот сорок третьем году Маккалоком-Питсем, попутно сравнивая данную модель с его "биологическим братом".

Так же в данной работе мы расскажем о том, что такое тело нейрона, о том, что такое "скрытые слои", о том, что такое "порог возбуждения", о том, что такое синапсы, о том, что такое дендриты, аксоны и прочие элементы нейрона.

Так же мы расскажем о том, с чем приходится связываться создателям современных нейронных сетей: вид данных, поступающих на входной слой нейрона, и как их измерить и т.д.

А так же в данной работе мы расскажем о том, что необходимо учесть при создании искусственных нейронных сетей, а именно: уровень важности для каждого признака, по сути, "вес" признака, соответственно мы приведём пример данного параметра у человека и т.п.

Сварка трением с перемешиванием в авиационной промышленности и ракетостроении

Нагмадинов М.С.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
nagmadinov@gmail.com

Эра космонавтики началась в 1957 году, когда был создан и запущен первый искусственный спутник Земли. Это событие потрясло весь мир и открыло новые горизонты для космического плавания. До сих пор ведется гонка в исследованиях космоса и технологиях разработки новых космических аппаратов (КА). На производство ракет, а также составных частей летательных аппаратов(ЛА) затрачиваются огромные средства, вследствие чего появляется надобность их удешевления без потери качества. В настоящее время для изготовления составных частей ЛА применяется электронно-лучевая сварка(ЭЛС). Предлагается использовать один из методов сварки – сварку трением с перемешиванием(СТП). СТП является одним из дешевых видов сварки по сравнению с ЭЛС.

Впервые СТП была разработана институтом сварки в Великобритании в 1991 году.

Цель данной научной работы заключается в анализе существующих на сегодняшний день видов сварки, принципов работы ЭЛС и СТП.

Принцип работы: свариваемые элементы закрепляются на подкладках, на месте стыка вводится инструмент в виде стрежня, состоящий из двух основных частей: заплечика и наконечника. Длину наконечника выбирают равной толщине свариваемых конструкционных элементов, а от диаметра заплечика зависит ширина шва. Стержень вращается с высокой угловой скоростью и перемещается по линии соединения. За счет работы сил трения металл обретает пластичное состояние и, перемешиваясь благодаря ступенчатой форме стрежня, образует идеальный шов.

Известно, что во многих отраслях промышленности используют и ЭЛС. Преимущества сварки трением с перемешиванием: меньшие расходы, большая энергоемкость, скорость сварки без ухудшения качества шва свариваемого элемента, автоматизация процесса, а следовательно, уменьшение затрат на рабочую силу. Данный вид сварки может зарекомендовать себя дополнением к ЭЛС.

Перспективный метод нейтрализации несимметричного диметилгидразина

Рожанский Н.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Гугина С.Ю.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
nikitarozq@gmail.com

В современном мире космическая отрасль развивается ударными темпами, ведётся модернизация уже существующих ракет-носителей (далее РН), а также разработка новых. Немаловажной частью при проектировании РН является выбор высокоэнергичного топлива. Одним из наиболее зарекомендовавшим себя является несимметричный диметилгидразин (далее НДМГ) применяющийся в паре с тетраоксидом азота. НДМГ обладает высокими энергетическими и эксплуатационными характеристиками, обеспечивающими высокий удельный импульс, но так же он имеет и негативные последствия и сильным токсическим действием. В случае проливов высокотоксичных компонентов ракетного топлива (далее КРТ) необходимо оперативно локализовать очаги бедствия и нейтрализовать их. Основными требованиями предъявляемым к методам детоксикации являются: эффективность, обезвреживание, экологическая безвредность, минимальные затраты, экспрессность. На сегодняшний день существует большое множество методов нейтрализации НДМГ, а именно использование формальдегида, раствор ДТС-ГК, оксида ртути, перманганата калия, хлорида железа. Нами было предложено в качестве детоксиканта использовать шунгит. Этот способ отличается от применяемых ранее более высокой экономичностью, экологичностью, а также показывает свою эффективность в части нейтрализации НДМГ. Последнее обусловлено сорбционными и каталитическими свойствами шунгита, который представляет собой минерал состоящий на 30% из аллотропной модификации углерода. В результате действия минерала на токсикант наблюдается его разложение до метана, азота и воды.

Таким образом, применение шунгита с учетом выше описанных факторов, показывает целесообразность использования его в случаях пролива КРТ.

Система повышения эффективности работы специалистов отдела аренды государственного имущества

Рыбак М.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шестопалова О.Л.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
mahk1997@mail.ru

К рассмотрению предлагается система повышения эффективности работы специалистов отдела аренды государственного имущества, содержащая систематизированные данные о субарендаторах, объектах субаренды и не арендованных объектах, договорах субаренды, начислениях и оплате.

Система предусматривает получение, обработку и хранение платежных документов, хранящих информацию о внесении субарендной платы, расчет которой осуществляется по утвержденной методике «Расчет размера годовой субарендной платы за пользование зданиями, сооружениями, нежилыми помещениями»; обрабатывает платежный документ и распределяет данные по реестру оплат, что позволяет значительно сократить время на обработку и подтверждение внесения оплаты; реализует контроль сроков исполнения договорных отношений и действия документов, совершенствуя документооборотную историю рассматриваемого отдела.

Многокритериальный выбор помещений методом последовательных уступок осуществляется за счет определения из множества критериев (размер арендной платы, площадь, местоположение, целевое назначение, состояние помещения и оснащенность) наиболее значимых для клиента. Отсекая не подходящие варианты, система предлагает клиенту предпочтительный вариант, соответствующий его требованиям.

Кроме того, предусмотрено сопровождение проведения процедуры заключения договоров субаренды, включающей в себя подачу заявления на заключение договора от заявителя, согласование на сдачу в субаренду объекта с Байконырским Департаментом Государственного имущества и приватизации Министерства Финансов Республики Казахстан, составление макета договора, согласования с балансодержателем (Байконырбаланс) объекта и непосредственное подписание договора обеими сторонами с дальнейшим контролем исполнения договорных обязанностей на основе метода сетевого планирования – диаграммы Ганта.

Отображение интерактивной информации об объектах субаренды на карте города позволит визуально определить арендованные объекты с указанием цели назначения и возможности

наглядного выбора наиболее предпочтительных районов для аренды объекта. Объекты на карте помечаются значком, при наведении на который отображается краткая информация о субарендаторе, если таковой имеется, тип, к которому относится объект, количество лет нахождения в эксплуатации, также представлены фотографии объекта снаружи и внутри.

Внедрение описанной системы позволит значительно повысить эффективность работы сотрудников отдела аренды государственного имущества, а также упростит процедуру заключения договоров и ведения контроля за соблюдением договорных обязанностей.

Система поддержки принятия решений для эффективного использования служебных собак

Сайдулаева В.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шестопалова О.Л.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
SAYDULAEVA-1997@mail.ru

Предлагается к рассмотрению система поддержки принятия решений, которая позволит выявить наиболее полно удовлетворяющую требованиям при выполнении служебных заданий. Для оценивания собирается комиссия в составе экспертов: специалист-кинолог, кинолог-инструктор, дрессировщик и хендлер. Каждому эксперту предлагается оценить важность следующих характеристик служебных собак: ведение поиска; обнаруживание вещества; произведение выборки вещи по запаху; задержание человека. Служебные собаки подразделяются на патрульные, конвойные, караульные и специальные.

Согласно Приказу от Министерство внутренних дел РФ 31 декабря 2005 г. № 1171 требования характеристик служебных собак являются следующие показатели подготовленности служебных собак: по поиску веществ является, если по команде специалиста-кинолога ведет активный поиск веществ и безошибочно обнаруживает вещество всех типов на глубине до 15 см в грунте; по общерозыскному профилю считается подготовленной, если она производит поиск и активно прорабатывает запаховый след с начальной точки, с искомой запаховой вещи, участка местности 30 на 30 м давностью 1 час, протяженностью 2 км; для несения патрульно-постовой и конвойной службы считается подготовленной, если производит поиск и активно прорабатывает запаховый след с начальной точки, и искомой запаховой вещи, участка местности 10 на 10 давностью до 30 минут протяженностью 500 м.

Внедрение системы поддержки принятия решений на основе методов многокритериальной оптимизации позволит провести комплексный анализ характеристик служебных собак, что повысит эффективность их многоцелевого использования в условиях загруженности специалиста-кинолога служебными задачами и ограниченной численности собак.

Защита экипажа от космической радиации электростатическим полем

Сайфуллин Н.М.
Научный руководитель — доцент, Сизов А.А.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
saifullin.nurtai@gmail.com

Сейчас человечество находится на пороге пилотируемых космических межпланетных полетов. Пока космонавты находились на орбите Земли на МКС была изучена влияние невесомости на человеческий организм, возможность производства материалов высокого качества и степени очистки, а также возможность выращивание на борту органической культуры. Следующей целью был намечен Марс, и если большинство факторов космического пространства уже были изучены и просчитаны методы борьбы с ними, то космическая радиация до сих пор остается проблемой, которая серьезно ограничивает зону безопасного космического пилотируемого полета.

На сегодняшний день существует несколько математический просчитанных и смоделированных видов защиты от галактических космических лучей. Наиболее перспективным из них является защита экипажа корабля электростатическим полем, проще говоря сделать из космического корабля летающий конденсатор, бороздящий просторы вселенной.

Обитаемый отсек, в котором находится экипаж, имея сферическую форму и изготавливаясь из металла или металлической поверхности, заряжается отрицательным электрическим зарядом. На определённом расстоянии от отрицательно заряженной поверхности имеется вторая сферическая поверхность, которая заряжается положительным электрическим зарядом.Расстояние между

отрицательно и положительно заряженными поверхностями должно быть достаточным, чтобы не допустить между ними автоэмиссию. Внешняя поверхность должна иметь сетчатую структуру, позволяющую свободно проникать через неё электронам. В пространстве между первой и второй поверхностью, в случае недостаточности емкости получившегося сферического конденсатора, располагается диэлектрик.

По предварительным расчетам данный вид защиты экипажа от галактического излучения снижает влияние радиации на человека в 4 раза, что составляет 0,25-0,3 Зв, это максимальная допустимая доза облучения для персонала АЭС.

Система поддержки принятия решений для технологического процесса получения водорода и кислорода на Луне

Уразаев Е.Е.
Научный руководитель — Слепова А.Ш.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
baikonur1997@gmail.com

В данной работе рассматривается создание системы поддержки принятия решений для лунной станции по добыче водорода и кислорода изо льда.

В качестве технологического процесса получения водорода и кисло-рода изо льда предлагается процесс механической активации льда, так как он является менее энергоемким по сравнения с электролизом.

Станция выполняет работу по определению районов добычи льда, осуществляет отправку добывающей техники в район добычи, контроль отгрузки сырья, переработку льда и хранение готового продукта (водорода и кислорода).

В связи с тем, что работа на поверхности спутника является опасной для человека, необходимо разработать систему поддержки принятия решений (СППР) для автономной добычи водорода и кислорода. Предлагаемая система поддержки принятия решений может быть применена как для автономного производства, так и для мониторинга окружающей среды на спутнике в районах добычи.

Создание и внедрение предлагаемой системы поддержки принятия решений позволит: ¬

- Минимально сократить участие человека в производстве водорода и кислорода на Луне;
- Осуществлять непрерывный контроль соблюдения технологического процесса с Земли;
- Принимать оперативные решения, в случае возникновения не-штатных ситуаций;
- Осуществлять мониторинг показателей окружающей среды;
- Эффективно добывать водород и кислород.

Для описания системы поддержки принятия решений используются Байесовские сети и модель Штакельберга.

Эффективное принятие решений при работе на Луне позволит сократить материальные затраты, своевременно реагировать на внештатные ситуации и минимизировать присутствие человека при производстве.

Перспективные композитные материалы для изоляции криогенных систем РКК

Шакизадаев Б.Б., Абдыкалык Е.Е.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
shakizadayev@mail.ru

Криогенная техника – техника получения и использования химических компонентов при криогенных температурах, т. е. температур ниже -243,67 градуса Фаренгейта.Количество систем и устройств, разрабатываемых или производимых с использованием криогенного оборудования – огромно!Развитие ракетной техники, выполнение программы космических исследований способствовали быстрому прогрессу криогенной техники, которая вышла за пределы лабораторий и превратилась в новую область прогрессирующей индустрии. Преимущества криогенных компонентов топлива, заключается в их развиваемом удельном импульсе в камерах возгорания двигательных установок и высокая экологичность по сравнению с углеводородными соединениями. Одним из них является водород. Водород является эффективным криогенным компонентом топлива и применяется в современных ракетно-космических комплексах водород в паре с жидким

кислородом. По калорийности водород примерно в 3,3 раза превосходит бензин, в 2,5 раза природный газ.

Основной сложностью использования такого криогенного компонента топлива является его выкипание при отсутствии должной теплоизоляций, так как наиболее эффективная форма для транспортировки и хранения низкокипящего компонента – жидкое состояние, при температуре в -252,87 градуса Цельсия. Считается, что наиболее эффективным решением проблемы внешних теплопритоков для криогенных компонентов это слоистый композитный изоляционный материал, действующий под низкими давлениями. Многослойная изоляция с использованием различных композитных материалов используемые в качестве теплового барьера против лучистого и контактного теплообмена позволит значительно понизить теплопроводность и увеличить ресурс работы на криогенные резервуары, цистерны, трубопроводы и магистрали, предназначенные для хранения, транспортирования или газификации жидких криогенных продуктов (азота, кислорода, аргона, водорода, гелия, криптона, неона, этилена, природного газа), жидкого углекислого газа. Криогенные системы эксплуатируются в различных диапазонах статических параметров, прежде всего из-за непрерывных внешних температурных воздействий, влажности, переменного воздействия солнечной радиации и других агрессивных сред. Это означает, что криогенные системы, в условиях длительного хранения и транспортировки должны быть хорошо изолированы высокоэффективным теплоизоляционным материалом, чтобы предотвратить внешние неблагоприятные воздействия которые способствуют потере компонента.

Данный вид теплоизоляции создаст новые возможности для транспортирования экологического, высокоэнергетического, криогенного КРТ – водорода в дальнейшем используемой в отечественных РН в частности «СОЮЗ-5».

Список литературы

1. Платунов Е.С., Баранов И.В., Платунов А.Е. Теплофизическая лаборатория низких температур // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2009.

2. Зрелов В. Н., Серегин Е. П. Жидкие ракетные топлива. М.: Химия, 1975.

Использование перспективных металловолоконных материалов в составных частях ЛА

Шакишева Л.Г., Сахитжанова А.С.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
laurashakisheva@yandex.ru

В данном исследовании были проанализированы материалы, представляющие собой армированные волокнами металлы. Это поможет понять, в каких направлениях необходима дальнейшая работа по замене монолитных алюминиевых структур в отечественных изделиях ракетно-космической техники. Исследование основано на металлах, армированных углеродными волокнами, стекловолокнами или волокнами бора, для использования в обшивках составных частей ЛА, а также на металлах, содержащих в себе волокно из зайлона или кевлара, для создания многослойного стрингера[3]. Основной целью работы было нахождение наиболее подходящего материала обшивки и стрингера для защиты космических средств от механических воздействий в невесомости, в частности от метеорных тел[1]. Для выполнения данного исследования были изучены основные физические свойства материалов, обеспечивающие прочность при минимальной массе. В результате анализа сделан вывод о том, что композиционные материалы на основе алюминия и высокомодульных углеродных волокон имеют высокие значения удельного модуля упругости, высокую теплостойкость и больше подходят для создания космических конструкций, чем другие материалы[2]. Главным недостатком является высокая стоимость внедрения этих материалов в промышленность. В связи с этим армированные углеродными волокнами металлы предполагается применять пока только в тех областях техники, в которых можно, пренебрегая стоимостью материалов, достичь большого технического эффекта. В первую очередь это относится к космическим аппаратам и самолетостроению, где особенно важно повысить прочность конструкций, снизив вес, независимо от стоимости используемых при этом материалов. Для Z-образного стрингера данной конструкции более подходящим материалом является алюминий, включающий в себя волокно из зайлона. Данное сочетание материалов является высокотехнологичным, жаростойким и ударопрочным с высокой прочностью на растяжение. В перспективе предложенные сочетания материалов в конструкции и стрингере могут быть использованы в качестве обшивки для

космических изделий таких как, спутники серии «Экспресс-А», а также для отсеков РН «Союз-5» и других отечественных ЛА.

Список литературы

1. Герасимов А. В. Защита космических аппаратов от техногенных и естественных осколков. // Вестник Томского гос. ун-та. Математика и механика / Томский гос. ун-т. Томск, 2011.

2. Хазанов В.Е.//Хим. пром-сть. Сер. Стеклянные волокна и стеклопластики. 1992. №1. С. 1-8.

3. Beumler Th.Flying GLARE. TU-Delft, 2004. 460 p.

Новые технические возможности для проведения подготовки РКН «Союз-5» к пуску на базе РКК «Зенит»

Шаукенова К.С., Сгибнева К.А.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ , Байконур, Казахстан
kamilamakc@mail.ru

В процессе модернизации двухступенчатой РКН «Союз-5» путем ее дооснащения жидкостными ускорителями планируется создание РКН тяжелого класса «Союз-5». Жидкостные ускорители устанавливаются на первую ступень и являются её неотделяемой частью.

Для проведения подготовки РКН тяжелого класса «Союз-5» к пуску необходимо доработать технический комплекс РКК «Зенит». При этом необходимо создать новое технологическое оборудование для доставки ускорителей с завода-изготовителя на ТК, их перегрузки с железнодорожных агрегатов на средства хранения и автономной проверки ускорителей.

При использовании жидкостных ускорителей первой ступени предполагается, что:

• Конструкция ускорителей ранее разработана и применялась в качестве первой ступени РКН среднего класса с ЖРД РД-801;

• Два ускорителя диаметром 3 м крепятся к I ступени и до окончания ее работы не отделяются;

• Управление РКН «Союз-5» осуществляется существующей СУ базовой РКН, дорабатываемой в обеспечение управления работой ускорителей;

• На ускорителе устанавливаются вновь разрабатываемые аппаратура и устройства СУРТ, СКЗ, СКТ и СИ;

• Для наземной экспериментальной отработки ускорителя изготавливается 3 комплекта сборок и агрегатов, а также 2 комплекта первой ступени доработанной под установку ускорителей;

• В качестве наземного комплекса модернизируемой РКН используется наземный комплекс «Зенит» на космодроме Байконур (с восстановлением и модернизацией второй пусковой линии и изготовлением нового ТУА).

Пусковой стол для РКН «Союз-5» является новой разработкой с использованием технических решений в части автоматических устройств стыковки наземных коммуникаций к РКН (заправки компонентов топлива, подачи термостатирующего воздуха в хвостовой отсек 1 ступени), пускового стола РКН «Зенит». На пусковом столе устанавливаются четыре откидные опоры для центрального блока (РКН тяжелого класса «Союз-5») и по 2 3 опоры, подводимые под каждый ускоритель. На верхнем торце металлоконструкции пускового стола предусматривается посадочный пояс для установки основания кабель-мачты.

Разработка и модернизация объектов наземной космической инфраструктуры на базе РКК «Зенит» позволит в дальнейшем реализовать технические возможности казахстанско-российских проектов.

International session (in English)

Correction of Safety Factor for Supersonic Aircraft in the Initial Design Stages

Andriamanantena Tanjona Yves Gabriel
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Kretov A.S.
Nanjing University of Astronautics and Aeronautics, Antananarivo, Madagascar
tyga26@qq.com

The design of any structures, including the highly heated ones, requires the specification of design conditions that determine the loads to which the structure is to be put under. The developer needs appropriate requirements and technique for confirming the strength of the structure under specified conditions. It is also necessary to introduce the design coefficients that take into account various kinds of uncertainties due to external influences, parameters and state of construction. To this end, there are various regulatory documents that regulate the operating load conditions of loading (i.e., mechanical and thermal loads, flight speeds, atmospheric conditions, etc.) and safety factors on which the operational loads are multiplied to. The design must also provide a given level of security (the probability of non-destruction).

Understanding the need for documents regulating the strength of design of the aircraft appeared simultaneously with the design first airplanes. In the years 1910-1912 the first requirements to the strength of the aircraft assigned strength were formulated, which were extremely simple and very conventional. Currently, all aviation countries of the world use the relevant documents – aviation regulations which are designed to promote safe aviation (airworthiness).

Specificity of the behavior of heated structures requires appropriate corrections of existing regulations. For example, in the USSR "Temporary standards of airworthiness Soviet supersonic aircraft" based NLGS-2 were developed in 1975, which were used to certify the supersonic passenger aircraft Tu-144.

At present, there is harmonization (convergence) of all existing system of aviation regulation rules. The objective goals of such harmonization are:

- Increasing the level of safety of aircraft operations flight;
- Facilitating the export of domestic aircraft and ensuring its competitiveness in the international market;
- Simplification of the recognition of domestic standards abroad;
- Development of opportunities for international cooperation in the field of airworthiness rating standardization and certification of aviation equipment.

The most important parameter in the airworthiness is the safety factor, which plays an important part in safety. It is the factor by which a limit operating load (Poper) is multiplied to produce the load to be used in the design of an aircraft or part of the aircraft.

So for traditional aircraft the safety factor for mechanical loads fP = 1.5.

It is significant that in designing the supersonic aircraft to determine the design values of mechanical loads Pd, similar conditional dependences are also used

$$Pd = PoperfP, \quad (1)$$

where fP is usually taken equal to 1.5, that is, by analogy with design of subsonic aircraft. In order to take into account the probable scatter in temperature, designers additionally introduce the safety factor with respect to the temperature fT that provides the proportional increase of thermal stresses in the structure:

$$\sigma Td = fT\sigma T. \quad (2)$$

The additional increase of the operational temperature values is introduced, that is, as a rule by 10% (fT= 1.1); this is largely because the temperature scatter is observed at different times of year and different latitudes. However, experience gained in designing Tu-144 and Concord supersonic passenger aircraft and developing their structures in tests has shown that the real values of temperature scatter appeared to be significantly higher. Therefore, an additional safety factor with respect to thermal stresses is used: fσT= 1.25.

Then the general safety factor will have the following form:

$$Pd = fP\, f\square T\, fTPoper, \quad (3)$$

For project studies at the initial stages of the design of new supersonic aircraft with a high level of heat, it is advisable to adjust the existing airworthiness by introducing additional safety factors associated with temperature stresses f□T, and a decrease in the properties of materials fT. In addition, additional safety factor should be introduced for the case of creep deformations, which may appear at the calculated loads and cause deflections and twisting angles of the structure exceeding the permissible fCr.

Small Satellite to Satellite Space Solar Power Using Wireless Power Transmission System

Baraskar Aditya
Academic Supervisor — Professor, Ph.D. Dr Toshiya Hanada
MAI, Moscow
aditya.baraskar@gmail.com

Every space agency has plans for the interplanetary mission from last five to six decades, we are sending spacecraft, testing life support system, trying to make perfect habitat system and doing a scientific experiment in zero gravity only to collect data and use this knowledge for the improvement of the new project. Human is always been driven to build beyond what we know, we migrated across all over the earth, created a settlement, constructed city even trying to go in space.

As being space system and rocket engineer I am curious to find the way to make the interplanetary mission possible and trying to make it best, in this way I find most critical and significant parameters which are important to make the mission perfect. I find power generation is playing a vital and important role in a mission.

Power generation if we are building a city on mars we have to find the source of power. It can be solar arrays or a nuclear power generator but our technology right now is little bit slow in power generation. If we take example of different space agency like ROSCOSMOS using topaz nuclear reactor for their interplanetary mission and NASA developed Advanced Stirling Radioisotope Generator (ASRG), we have to more focus on making it more operatable and much technological advanced to give us sufficient power

For this problem, Japan Aerospace and Exploration Agency (JAXA) is working very hard in power generation in space with Mitsubishi Heavy Electrical (MHI), they already perform few experiments of transmission of power for a distance of 500 meters, MATLab in Kyoto university Japan developed high-efficiency microwave generator for SSPS system using small magnetron. But till this date, no space agency or any space sector perform any SSPS demonstration in space.

Me and our Team at Space System Dynamic Laboratory, Kyushu University, are developing two small satellites to transmit Power. It is like master-slave satellite constellation in which they having parameter up to 100kg and 12kg in Sun Synchronous Orbit with the attitude of 950 km and inclination of 98.63 degrees. With this technology demonstration, we can make a perfect power transmission system in space in future. No space agency or any space sector have to launch their satellite or any spacecraft with battery and power source by this way. We can say that we will cut out ⅓ mass of satellite which significantly reduces the price of spacecraft. Also, by this we can create transformers in space which collect the energy from Sun to satellite and transmit to another satellite and then to another. Then we can designate object in space to provide power to do work in space or for interplanetary mission.

New Materials and Production Technology in the Field of Aviation, Rocket and Space Technology

Chen Xinhua
Academic Supervisor — Associate Professor, Candidate of Technical Sciences Yu Yin
Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China
chenxinhua@sjtu.edu.cn

Low velocity impact damage even only barely visible impact damage (BVID) can reduce the residual strength of a composite structure significantly, due to various failure mechanisms involving the interaction of matrix cracking, fiber pullout and delamination. The accurate assessment of the influence of impact damage and compression after impact (CAI) on composite stiffened panels, which have been extensively used in primary aerospace applications, requires extensive costly and time-consuming experimental testing to meet certification requirements.

The purpose of this paper was to investigate the effect of low velocity impact damage on the damage tolerance of composite panels stiffened with hat-shaped stiffeners under compression loads by numerical analysis. A reliable three-dimensional composite damage model has been developed in the commercial finite element package, ABAQUS/Explicit, and simulate the low velocity impact and consequent CAI tests in three steps, one to capture the impact damage, the second to stabilize the specimen by imposing new boundary conditions required for compression testing and the third to predict the CAI strength. Cohesive zone method was employed to model the interlaminar failure between plies with the traction-separation law for capturing damage onset and subsequent damage evolution. The model can capture both the qualitative and quantitative aspects of intralaminar and interlaminar damage for different impact energies, different damage types and

shapes resulting from different locations of impact. It was shown that the predicted results for impact damage and CAI strength correlated well with experimental results obtained from the literature.

The study revealed that the numerical model using only measured material data was able to predict the impact and CAI behavior of the hat-shaped composite stiffened panels, and also showed the intralaminar and interlaminar damage caused by impact on the composite stiffened panels is influence greatly by the impact energies and locations of impact.

Progressive Damage Model for Composites Laminates with an Open Hole Subjected to Biaxial Loading

Chuanqi Xu, Wen Weidong
Academic Supervisor — Professor Ushakov A.M.
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China
1430347565@qq.com

Fiber reinforced polymers have been widely used in various structural applications in the aerospace for the advantage of high strength and high modulus to weight ratios. Majority of fiber reinforced polymers comprise of multiple layers of continuous fibers embedded in a polymer matrix, which made they are anisotropic or directional in nature. Although mechanical behavior of fiber reinforced polymers under uniaxial static and dynamic loading conditions has been researched for a long time, their biaxial static and fatigue characteristics are not well established. It's essential to study on the effect of biaxial stress on the strength behavior of laminated fiber reinforced polymer plates. The objectives of the current research are two folds: (1) to develop a progressive damage model for laminates containing stress concentration to study the biaxial strength characteristics, and (2) to study the effect of different biaxial loading ratios on the biaxial strength of laminates with an open hole.

The analytical method developed in this research is based on a cruciform shape specimen with an open hole, the advantage of which is that it can be well utilized for testing materials under biaxial loading. The laminate considered in this study was a [0/90/0/90/0/90/0/90/0/90/0/90/0/90/0/90/0] carbon/epoxy. A progressive damage model has been developed for predicting damage accumulation of laminates with a center open hole subjected to biaxial tensile loads. The model comprises the components of stress analysis, failure criterion and material property degradation. Stress analysis of the laminate was performed by establishing a three-dimension finite element model which is cruciform shape in the ANSYS FE code. Static failure analysis was performed by using a set of Hashin-type failure criteria, based on which property degradation models were established. All model components have been programmed in the ANSYS FE code in order to create a user-friendly macro-routine. Besides this, the effect of different biaxial loading ratios on the biaxial strength characteristics was studied by the numerical procedure above. A progressive damage model was proposed that can be used to account for the effect of biaxiality on the strength of fiber reinforced polymer laminates.

United Aircraft Corporation's Brand Image Communication Management Based on 5W Mode

Du Ke
Academic Supervisor — Associate Professor, Doctor of Technical Sciences Jiang Hua
Shanghai, China
newsduke@126.com

Brand image communication management of aviation enterprises based on 5W mode – a case study of United Aircraft Corporation of Russia. The change in lifestyle has also changed the enterprise brand marketing mode. More and more enterprises begin to shift from traditional advertising communication to network advertising communication. From the primary network advertising, they begin to try more forms of network communication and pay more and more attention to the shaping, promotion, and development of their enterprise or brand image in the Internet environment.

Brand image is the external image of products, services or enterprises in the field of market economy. The brand image communication of aviation enterprises has become a key factor to promote the development of enterprises. Based on the 5W transmission mode, from the strategy, content, media, target audience and effect evaluation of five dimension construct research framework, using the method of case study, analysis of Russia's United Aircraft Corporation brand communication activities of 2015-2018, found that the lack of clear and long-term strategy, the spread of old mechanical transmission content, medium using a single platform, not accurate user position, neglected spread effect evaluation and so on five big problems.

Strengthen of the awareness of brand communication strategy planning is put forward, with the help of another social platform to spread its brand information, depending on the target audience for the transmission, formulate the brand image communication effect evaluation mechanism and other measures. From organization security of communication activity, risk control and process inspection to eventually spread activities affect the result of Angle, build a team organization structure based on Internet brand communication Suggestions, combining communication effect evaluation model, put forward against Russia United Aircraft Corporation more practical Internet brand communication strategy suggestion. Hope to provide guidance to the company's Internet brand communication strategy.

Fatigue Crack Propagation Rate of Incol718 at Different Temperature Levels

Duan Chi
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Xiuhua Chen
MAI, Shanghai, China
956173102@qq.com

Fatigue crack propagation is one of the main forms of current failure of metal materials, which restricts the progress and development of aircraft science severely. Experiments are carried out in this paper about the fatigue crack growth rate of incol 718 at the normal temperature level and high temperature level (200 °C, 400 °C, 500 °C, 650 °C). Conclusion can be reached that there is only slight error between theoretic and tested residue life, and the remaining life of the material can be predicted by theoretical remaining life prediction equation.

Fatigue crack propagation is one of the main forms of current failure of metal materials, which restricts the progress and development of aircraft science severely. Experiments are carried out in this paper about the fatigue crack growth rate of incol 718 at the normal temperature level and high temperature level (200 °C, 400 °C, 500 °C, 650 °C). Conclusion can be reached that there is only slight error between theoretic and tested residue life, and the remaining life of the material can be predicted by theoretical remaining life prediction equation. The estimated residual life formula is corrected compared with the experimental results. The results demonstrate that the residual life can be predicted more accurately with the corrected formula. Based on finite element analysis software ABAQUS, the finite element calculation function is expanded, and CT specimen finite element model is established to calculate stress intensity factor under different crack length. The fatigue crack propagation rate curve and da/dN fitting formula are obtained and compared with the test results.

This work demonstrates that the analysis of CT specimen fatigue behavior with the extended finite element method can be used to preview and guide the material fatigue test. On this basis, the simulation of fatigue behavior of various components become possible, providing new ideas for the engineering design analysis. The estimated residual life formula is corrected compared with the experimental results. The results demonstrate that the residual life can be predicted more accurately with the corrected formula. Based on finite element analysis software ABAQUS, the finite element calculation function is expanded and CT specimen finite element model is established to calculate stress intensity factor under different crack length. The fatigue crack propagation rate curve and da/dN fitting formula are obtained and compared with the test results. This work demonstrates that the analysis of CT specimen fatigue behavior with the extended finite element method can be used to preview and guide the material fatigue test. On this basis, the simulation of fatigue behavior of various components become possible, providing new ideas for the engineering design analysis.

Comparative Analysis of Load Transfer through the Transverse Joint in the Metal and Composite Fuselage

El Menouni Abderrafie
Academic Supervisor— Professor Kretov A.
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics / China, Rabat, Morocco
bidou.aerospace@hotmail.com

With years passing by, the human race witnessed many developments in the aeronautics and astronautics department. In the aeronautic area, there were a progress and an evolvement in the aircraft structures. In particular it is connected with using new materials. In the design of the first aircraft, one of the main materials was wood, which was essentially a natural composite material (CM). Then the designers completely switched to metal materials. Now again it's time to use composites, but artificial. In the most

modern passenger aircraft (Boing-787, A-380) the share of composites reaches 50% of the total weight of the airframe.

Advanced technologies make it possible to build complex structures of large km elongation with significantly less weight compared to metal ones. The most important part of the airframe is the fuselage, which combines all the components of the structure, and therefore must withstand all operating loads. As it is known, the cm structures are well aware of the distributed load, but are less adapted to the action of concentrated loads. The fuselage of the modern passenger aircraft has a large number of transverse seams (Fig.1). In this regard, the use of composites becomes quite problematic (they will be to have more weight) and it requires careful consideration and analysis.

The paper assesses the stress-strain state (SSS) of the flange connection, which transfers the load from one fuselage compartment to another. The FEM Abaqus program is used to calculate SSS.

The paper provides a comparative assessment of changes in the mass of the standard design due to the presence of transverse joints in the fuselage, made of metal and composite materials. Possible structural methods of reducing the mass of joints for composite structures are considered.

The Calculation of New Rotor Types

Fang Chao
Academic Supervisor — Associate Professor, Doctor of Technical Sciences Liu Xiaohua
MAI, Shanghai, China
fcchao0416@126.com

As one of the core components of an aeroengine, the compressor determines the performance of the whole engine by the design, manufacturing and material, the reliability of the engine is also directly affected. Flow instability is one of the most severe challenges to the stable operation of turbomachinery. As one major type, rotating stall, which places a natural limit on the performance of compressors, can cause catastrophic damage to the whole compression system.

Therefore, during the design phase of a new aeroengine, it is necessary to enhance the stall margin. The forward movement of the interface between incoming flow and tip clearance, flow is delayed to achieve the goal of stall margin improvement. This theory is verified by numerical calculation. This paper concentrates on the impact of chordwise swept blades on the aerodynamic behaviour of transonic axial-flow compressor rotors (NASA Rotor 37).

A commercial CFD package, which solves the Reynolds-averaged Navier–Stokes equations, was used to compute the complex flow field of transonic compressor rotors. It was validated against NASA Rotor 37 existing experimental data. Comparisons with experimental data indicated that the overall features of rotor performances are calculated well by the numerical solution. A number of new swept rotors were modelled from the original Rotor 37, by changing the location of section 15 and section 14 (located at 100%span and 99.5%span). All the new rotors were simulated and comparison of the results shows that the chordwise swept in tip region enhance the stall margin.

Supplier Evaluation and Selection of Aviation Industry Based on AHP Method

Gao Xiang
Academic Supervisor— Professor, Candidate of Technical Sciences
Lin Shaopei
MAI, Shanghai, China
2993503619@qq.com

Aviation manufacturing industry is particularly important for the national economy and also it is an important indicator for measuring the development level of a country. Aircrafts are very complex and special collections. A plane consists of millions or even tens of millions of components, most of which are supplied by parts suppliers. Each aviation manufacturing company has a large number of suppliers. The choice of suppliers will directly affect the safety of aircraft, technical cost, delivery time, customer satisfaction and other aspects. Supplier evaluation and selection has become one of the most important strategic issues for aviation manufacturing companies.

This paper takes the evaluation and selection of aviation manufacturing suppliers as the research object. Firstly, by analyzing the characteristics of aviation manufacturing industry, studying the current situation of supplier selection of aviation manufacturing industry and supply chain theory, the paper summarizes the shortcomings of the existing evaluation system of aviation manufacturing and puts forward the idea of supplier classification management. Secondly, after researching a large amount of relevant information about the supplier evaluation selection system, an appropriate aviation manufacturing supplier evaluation system is

established. This paper will analyze specific aspects of financial, customer, internal business, learning and development. Then, the analytic hierarchy (AHP) process is used to evaluate the aircraft equipment suppliers. Here we select the aircraft engine as the representative, and assigns different weights to different evaluators combining with the principle of analytic hierarchy process. Each indicator is compared in pairs, so that the weight distribution value of each indicator is obtained, that is, the complete evaluation index system. Finally, in the scoring session, in order to avoid the impact of different scoring personnel on the final scoring results due to differences in professional knowledge and work experience, the scores of different categories of personnel were weighted differently to eliminate the above effects.

Stress Analysis of Composite Fastener Joints Based on Numerical Simulation

Geng Lisong
MAI, Beijing, China
2254309737@qq.com

Composite structures are extensively used in aircraft structures. Composite parts are usually attached with other parts by mechanical fasteners. The installation of fasteners needs to make holes in composite laminate, which not only induces stress concentration around the holes, but breaks the fibers as well, causing significant detriment to composite structural strength. The strength of mechanically fastened composite joints directly affects flight safety and the service life of aircraft structures. Given the importance of the problem, the further study on the issues of composite joints is demanding.

Based on the finite element software platform ANSYS, a parametric design language APDL code is written to create three dimensional parametric finite element models for the two types of composite joints fastened by protruded head bolts, single bolted single shear structure and double bolted single shear structure. Using APDL language modeling, the whole process is open, reproducible and well modified, which greatly simplifies the modeling process and facilitates carrying, transmitting and communicating.

The contact condition, such as washers, pretension, friction, contact, among the plates and bolt is considered. This processing involves very complex nonlinear problems. Using ANSYS, the numerical simulation of the joints is conducted. And deformation, stress distribution features and other conclusions are obtained. These provide research foundation for follow-up research.

A Method For Analyzing the Robustness of Air Route Network

Guangjian Ren
Academic Supervisor — Professor, Ph.D. Jinfu Zhu
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China
zc416418@126.com

Air route network (ARN) is the one of important parts of air traffic systems. In the air transportation, all the flights will fly along the ARN, namely, ARN manages and limits the flight trajectory. Therefore, the robustness of the ARN has important impact on the safety and efficiency of air transport. Due to the expansion of air transportation and the diversified development of air route requirements, ARN will become more and more complicated, and the bearing pressure is getting bigger, causing ARN to be more susceptible to external interference. Therefore, the robustness of the ARN has important impact on the safety and efficiency of air transport, moreover, the robustness of transportation networks is one of the major problems that needs to be solved urgently.

In this paper, a method is proposed to analyze the robustness of ARN, based on topology potential (TP) and relative entropy (RE) methods. Firstly, the model is established as the theoretical basis for the research. Then, an air route network model is constructed according to the Chinese ARN. Besides, the basic topology features of ARN is given by complex network theory. Then, different attack strategies including random, degree, betweenness, closeness, eigenvector and Bonacich are used to attack ARRN. Simultaneously, the nodes (waypoints) in the ARN are removed by the order of descending different metric values. At last, the performance of the robustness is analyzed by the network efficiency, size of giant component and the proposed method. The results show that the proposed method has applicability, objectivity and accuracy in detecting the robustness of the air route network. Besides, the results can provide a theoretical reference for optimizing the air route structure and improving safety to some extent.

Simulation of the Propagation of a Reacting Gas Mixture (with Solid Impurities) in a Stratified Satellite Flow

Hammadah Z.A.
Academic Supervisor — Associate Professor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Sergey Popov
MAI, Aleppo, Syria
zahiahammada@gmail.com

This project aimed to model simulation of the propagation of a reacting gas mixture (with solid impurities) in a stratified satellite flow as an example of a combined cycle using the Computational Fluid Dynamics CFDANSYS Fluent. Supersonic flow from an ignition source that represents the exhaust tunnel of a supersonic combustion object jet is modeled. Jet from the ignition source is issued into a domain which is bounded on one side by an after body wall which is parallel to the centerline of the ignition source. Shocks propagating from the ignition source exit reflect from the after body. In the next tunnel, this fuel-rich gas mixes with air delivered by a diffuser system through a duct into the next tunnel and is ignited by the flame from the previous ignition source.

Two geometrical configurations for the after body are tested. Acceleration of the combustion gases through ignition source produces x-axis forces or motive force for the vehicle being propelled by the final tunnel. A two-dimensional, axisymmetric, turbulent (k – Ɛ), global one step reaction model was solved numerically using CFDANSYS Fluent. Flow simulation solves the governing equations with the finite volume method on a spatially quadrilateral computational mesh designed in the Cartesian coordinate system with the planes orthogonal to its axes and refined locally at the solid/fluid interface and in the fluid region during calculation. The bypass design shows promising results towards increasing the x-axis forces and efficiency. Simulations of the air-augmented bypass indicate that this combined system is effective, approximately doubling the efficiency, thus achieving the main objective we set out to accomplish.

Application of Model-Based Requirement Analysis and Functional Design in Aircraft Landing Gear System

Han Jie
MAI, Shanghai, China
544824760@qq.com

As the sole component of the complete aircraft, the landing gear shoulders the mission of safe take-off and landing of the aircraft and is an important part of the aircraft. Requirement is an input of the design of the aircraft landing gear system and has an important impact on the effectiveness and quality of its R&D.

Traditional system engineering uses a variety of texts to build a system architecture, but natural language is not specifically invented for system design. So, it needs constant updating of terminology and vocabulary to make all parties have a common understanding of the system and avoid inconsistencies in understanding. Traditional requirement analysis methods cannot capture the complexity and interrelationship of each component, so that the geometric complexity of each component will increase after the system adds new functions, even for a small change, the entire system need to take several weeks to repeated test it; and the verification of the correctness of the requirements must be carried out when there has a physical object. The model-based system engineering has the advantages of unambiguous knowledge representation, system design integration, and high efficiency of communication, which is the general trend of future development. Based on the above differences, this paper studies the model-based requirement analysis and function design methods, through Rhapsody software modeling to capture and confirm requirements, use Doors software to negotiate the requirement and track it, and apply this method to aircraft landing gear system of the landing process.

Interface Strengthening Mechanisms of Ti/CFRP Fiber Metal Laminate after Adding MWCNTs to Resin Matrix

Hao Wang, Kai, Jin
Academic Supervisor — Professor, Candidate of Technical Sciences Jie Tao
School of Materials Science and Technology, Nanjing, China
389784595@qq.com

Fiber metal laminates (FMLs) have widely been used in the aerospace field, where their comprehensive performance requirements should further be strengthened. Ti/CFRP fiber metal laminates (abbreviated as

TiGr) is designed to excellent temperature resistance, high fatigue resistance, and superior specific strength, which are made of titanium alloy sheets and carbon fiber reinforced polyimide resin prepregs. The laminates have become a potential structural material in the supersonic aircraft and fighter jets due to their excellent high-temperature performances.

Since the Ti lamina and the CFRP lamina are stacked up alternately, the strength of the metal/resin interface has a great influence on the overall performance of TiGr. To improve the bonding strength, most researches have focused on the metal surface treatment to increase roughness including mechanical processing, electrochemical treatment, coupling agent and photolithography. However, few researchers tried to bind the metal/resin interface through additive.

Since the Metal/resin interface delamination is the biggest challenge for fiber metal laminate (FML) applications, there is an urgent need to strengthen the metal/resin interface. In this study, multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) were added to a polyimide (PI) matrix to improve the interfacial strength of titanium/polyimide (Ti/PI). Metal-inorganic-organic systems and related equations were developed to describe interface behaviour. The effect and mechanism of the system on MWCNTs were analyzed by molecular dynamics (MD) simulation. The analytical results are consistent with the shear test. It was found that MWCNTs can significantly improve interface properties through van der Waals forces and chemical bonds. If the MWCNTs are perpendicular or at 45°to the Ti surface, the interface strength will reach a maximum. The methods proposed by MD simulation and experiments can also be used to study graphene or other strengthening phases.

A SysML-Based Approach for Function Modeling of Aircraft Systems

He Yi
Product Lifecycle Management, Shanghai, China
heyime@foxmail.com

This paper introduces the approaches of using Model-based System Engineering (MBSE) for the functional analysis of civil aircraft and describes the details of a model-establishment of the pneumatic system of Boeing 787 in the Cameo System Modeler. Describe system by functional modeling, to instruct requirement analysis in large-scale civil aircraft, exploring practice of MBSE in highly complex system of civil aircraft.

Traditional civil aircraft systems development is based on documents and texts. As the development of civil aircraft becomes more and more complex and multi-disciplinary, with designers of different background and focuses involved, readers of the same documents can come to different understandings of the content and, as a result, produce inconsistency in the design. This causes iterations and modifications at a later stage and lowers the development efficiency. For this reason, in recent years there has been a trend of design switching from paper-based to computer-based, with the content processed using databases and models. Among the methods of computer-based design, Model-Based System Engineering (MBSE) is an emerging solution for civil aircraft top level functional analysis. MBSE uses a model-driven approach to modern design of integrated systems of high complexity and focuses on mapping various functional scenarios. The analysis uses models to describe, analyze and simulate the activities of the aircraft and its systems under a variety of conditions and constraints. The activities or behaviours cover mission scenarios, state properties, mutual interaction, and generate relevant functional requirements, functional interfaces, process test cases and logical architecture.

It has been recognized that using MBSE provides significant benefits in the development of complex systems. Applying this method in design practice more effectively has been of the great interest in the Aerospace industry.

This paper describes the processes and methods of functional analysis in civil aircraft design using NoMagic MBSE Cameo System Modeler software package, and focuses on its practical application in the pneumatic system of civil aircraft.

The graphical diagrams include block definition diagrams, internal block diagrams and activity diagrams, which have been carefully set up to guide the complex system requirement definition. The model described in this paper can effectively relate to the operational behaviors of the aircraft and can be used to validate against the functional flow design, logic architecture design, and other related further analysis of the system.

Advantages and Problems of Electronic Document Management Systems (EDMS)

Ibrahim Waseem
Academic Supervisor — Associate Professor, Candidate of Technical Sciences
Batanov M.S.
MAI, Latakia, Syria
wasim.ib@mail.ru

Over the past decades, most companies have adopted electronic document management systems, as these systems provide important advantages to companies, especially in terms of saving time and reducing expenses.

These systems depend mainly on computer programs (software), which in turn process data digitally, and thus reduce the need to use paper documents.

The most important advantages offered by EDMS can be listed in the following points:

• Mass storage, processing, and access control, as well as storage of changes and access dates.

• Building the quality management system in the organization according to international standards.

• These systems provide advanced options in monitoring staff activities, and their level of efficiency.

• These systems allow for statistical studies, which can identify the weaknesses of the organization, and the possibility of improvement in the operations, and improve the performance indicators of the organization.

• Automate processes within the organization, thereby reducing errors that can occur as a result of human intervention.

• Savings in organization resources by reducing expenses related to paper documents.

• Possibility to create and save backups, providing more safety for the organization in case of emergency.

• Moving to electronic document systems does not require spending a lot of money, as the software that runs these processes is available at prices that the organization can recover within a short period of time.

The main obstacles that accompany the application of these systems can be summarized as follows:

• The desire of some employees to adhere to the way they work and the difficulty of accepting them to re-learn a new unusual work.

• Working with software could be complexity for some workers.

• High transparency may not be in the interests of some managers due to personal reasons that are not related to interests of the organization.

• Implementation of these systems may require basic changes in the organization's structure.

• However how much we reduce the amount of paper documents, these paper documents must be dealt with, so it will be difficult to work with two types of documents.

• Some logistical problems, for example, if your entire business is related to computer, what happens if your computer crashes for some reason.

• Finally, the issue of information security, since the conversion of paper documents into digital documents would make them more vulnerable to piracy.

Therefore, we can reduce the impact of these obstacles, which we mentioned above through

• Work in mode (step by step), gradually, and continuously to achieve full implementation of these systems.

• The team responsible of implementing these systems should include the most enthusiastic staff to EDMS.

• Conducting meetings and dialogues to convince managers at various levels of the benefit that will accrue to the organization by applying these systems.

• Copy all paper documents to electronic and create an electronic archive based on paper archives as a first step to move the entire electronic archive.

References

[1] O'Sullivan, Steven M Sheffrin, Economics. Principles in action, Needham, Mass.: Prentice Hall, 2003.

[2] David H. Maister, Managing the Professional Service Firm, Simon & Schuster, 1993.

[3] Dolin A. P., Exploring Digital Workflow, Thomson Delmar Learning, 2006.

Application and Research on Model-Based Safety Analysis

Lu Ding
Academic Supervisor — Professor, Candidate of Technical Sciences Chen Yong
MAI, Zhejiang, China
18064098328@163.com

System safety analysis techniques are integral part of system development as indicated by the ARP4754A standard. These techniques are usually performed manually and are used extensively during the design of safety-critical systems. Despite this, most of the safety analysis techniques are highly subjective and dependent on the skill of the practitioner. Since these techniques are usually based on an informal system model, it is unlikely that they will be complete, consistent, and error free.

Model-Based Safety Analysis (MBSA) is a new approach for safety analysis which can ensure the consistency, integration and accuracy of the actual system. The basic steps include: establish a standard model, determine failure modes, build an extended model and safety analysis. In this paper we present an application of MBSA to the aircraft air conditioning system for the first time. Taking Boeing 777-200 air conditioning system as an example, firstly, the air conditioning system is modeled based on Matlab/Simscape/Stateflow, and then the cabin air temperature adjustment process in normal working condition and economic working condition is analyzed. After that, the faults of the main components of the system are injected to verify the initial safety requirements of the air conditioning system. As a result, it is found that the initial safety requirements are insufficient to operate in failure mode. Therefore, the fault-tolerant design is added and verified. The results show that the air-conditioning system can safe operation in the fault mode after the fault-tolerant design.

This paper verifies the feasibility and validity of the MBSA method in the application of aircraft system. By using a common model for both system and safety analysis system, MBSA method can both reduce the cost and improve the quality of the safety analysis.

Cost-Benefit Analysis and Fuzzy Risk Assessment of the Drone's Terminal Delivery System

Lyu Tao
Academic Supervisor — Associate Professor, Doctor of Technical Sciences Lin Shaopei
SJTU-MAI, Shanghai, China
1037583208@qq.com

With the development of the logistics market becoming more and more mature, higher requirements are put forward for logistics service quality and logistics timeliness. Solving the problem of terminal logistics is the key to improve logistics service quality, reduce delivery time and reduce logistics cost.

This paper analyzes the costs-benefits and risks of the newly proposed Drone delivery system that uses drone technology to deliver packages to customers' doorsteps.

In order to accurately assess the potential costs, benefits and major risks associated with the drone's terminal delivery system, firstly, this paper proposes a benefit-cost analysis framework to examine the benefits of the technology in terms of labor cost savings, faster delivery times, and cost advantages of being a pioneer in drone delivery, which is based on the theory of Activity-based Costing (ABC method). The model addresses policies and regulations, weather conditions, population distribution, drone design, logistics, and related factors to predict how express company might set up and operate the drone system.

Then, the risk knowledge framework is introduced to analyze the main risks of implementing the terminal delivery system. The analytic hierarchy process (AHP) is used to determine the risk index weights and to construct the risk assessment model of the project. The risk assessment grade is calculated by the fuzzy risk matrix, which provides strong decision support for the successful implementation of the project.

As discussed, the drone delivery system has the potential to give Express company comparative advantage over its competitors as well as revolutionize the transportation and delivery industries. Meanwhile, the risk of implementing the project is at a low level (Ⅱ)

Influence of Composite Inter-Layer Angles on the Impact Response

Peng Yuyang
Academic Supervisor — Corresponding Member, Doctor of Technical Sciences Xiuhua Chen
MAI, Shanghai, China
302842358@qq.com

Compared with traditional materials, composites perform so much better especially involved with high ratio strength, high ratio stiffness and low density that they are widely used in aeronautics, astronautics, transportation, and medical equipment. However, they show poor damage resistance and low impact strength. Modelling the progressive damage of thin laminates under low velocity impact is an important area.

In the present work, dynamic behaviour of composites under low-velocity impact is studied with simulation of ABAQUS, considering different inter-layer angles. The simulation is divided into 19 sets by inter-layer angles from 0 degree to 90 degrees, with the angle increases by 5 degrees over the previous set. For each set, the composite plate is composed by 5 layers, with the layup [0/x/0/x/0]. (x is 5, 10, 15, … 90 degrees). The size of each layer is 100mm*150mm*0.23mm according to ASTM D7136/7137. The model is composed by an impactor, a composite plate, and a rigid support beneath the plate. For the mesh, the composite plate is meshed as SC8R element, makes seed more intensive in the position of impact, the impactor is C3D4 element, and rigid support is C3D8R element. There are 37512 elements in the whole model. For all sets, the impactor velocity is 10m/s, and all the factors are the same except the layup.

The finite element analysis results show that:

1. With the increasing of inter-layer angle, the energy absorption is increasing;
2. With the increasing of inter-layer angle, the pit depth, damage area and strain are decreasing;
3. The damage area is more on the back face of plate than the impact face.

From above, we can conclude that among the inter-layer angles from 0 to 90 degrees, the larger the degree, the better the impact resistance, and the [0/90/0/90/0] layup laminate has the best impact resistance.

Composite Flexbeam Cross-section Analysis of Bearingless Rotor

Pi Runge, Gao Yadong
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Vyacheslav Reznichenko
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics/ MAI, Nanjing, China
annebringer@163.com

The development of new materials and processes brings new content to the design and improvement of rotor structures. The bearingless rotor is a major breakthrough in rotor technology. It eliminates the flapping, lagging and pitching three mechanical hinges, and relies on the deformation of the composite flexible beam to achieve motions of three directions. Therefore, the flexible beam design plays an important role in helicopter engineering. The object of the paper is to develop a cross-sectional analysis process of the composite flexible beam and research the influence of the design parameters.

The flexible beam should be sufficiently flexible and keep strength to bear the centrifugal load. The flapping motion of blade requires a low flapping stiffness.

The typical shapes of flexible beam consist of rectangular, cross, H-shaped, etc. To require relatively low torsional stiffness and relatively high bending stiffness some complex cross section have been made. In this project, a parametric model of rectangle shape is generated.

The design parameters consist of geometrical parameters, location parameters, layup parameters of composite and characteristics parameters of materials. A program is complied to generate an input document for VABS with an analysis concept of variational asymptotic method. The 2D linear cross-sectional analysis gives the Timoshenko stiffness matrix of the cross-section. In this project, we focus on the tensile stiffness, torsion stiffness, the flap bending stiffness and the lag bending stiffness.

Using batch program, we made a thorough inquiry on stiffness and the length and width of the rectangle and find that a large length rectangle has higher tensile and lag bending stiffness and lower torsion and flap bending stiffness.

Research on the ply angle effect indicates that plies along to axial laying provide a high tensile stiffness and is good for flap and lag bending stiffness. Laying with a medium ply angle provides a better effect on the torsion stiffness. In this project, we also compared stiffness of the glass fiber/epoxy composite and the carbon fiber/epoxy reinforced composite with different ply angles.

The research on composite ply and cross-sectional analysis provide a theoretical research basis for the design of flexible beam structure.

Application of Unmanned Aerial Vehicles in Agriculture

Pradhan N.K.
MAI, Moscow
pradhanneeraj97@gmail.com

Benefit of crop spraying with an Unmanned Aerial System (UAS) having a spray unit on board gives a flexibility of proper utilization of resources. Economically and ecologically reducing human effort in field eliminates potential threat of harmful chemicals. UAS is safe, less expensive and timely than manned aircraft remote sensing. UAS operated in crop fields and livestock rangeland in rural fields under existing safety guideline provides no threat to the people on the ground or manned aircraft. Additionally, manned aircraft operated in close proximity to crop and livestock operations are potentially more dangerous to the aircraft operator.

Crop producers are increasingly providing digital data to manage crop production like soil sample report, soil moisture level, mineral chart, water pH level. UAS imagery for crop and livestock monitoring can provide an additional timely dataset to increase precision management practice for farmers and ranchers and simultaneously provide more effective safeguard natural environment. UAS can induce timely high resolution multispectral, thermal, hyperspectral, optical. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) image also can generate various sensor data gathering large information about your crop and cultivation land to validate past management decision and to adjust in season practice. Crops spraying and monitoring by agricultural drone is going to reduce human efforts, reduce cost of cultivation, maintenance charges, proper utilization of water pesticides, herbicides.

A future farming is secured with these drones and automation system. This smart self-aware system is going to revolutionized faming and vegetation. One day in recent future fully autonomous agricultural drones can partially replace almost 70% human work effort. With little bit of maintenance cycle they can operate for longer time flawlessly and they never mind to do this job.

Multirotor Drones are most reliable and trustable platform for payload lifting. Their single point hold feature for longtime makes them unique for very close proximity flying. Crops spraying with a multirotor Unmanned Aerial Vehicle (UAV) sprayer does not need a runway, they physically don't need a runway for take-off and landing, the Vertical take-off and landing (VTOL) feature makes them all terrain applicable. Flying at low altitude of several meters, the crop spraying can be control in any the sight of distance range also minimizing fertilizer waste and runoff. Physically they are compact and with high power ratio. Precise and accurate crop spraying ensures the best coverage and application of your fertilizers or pesticides on your lands. Uniform spraying over crops possible due to very controlled flight pattern of multirotor with its autonomous navigation, guidance and control system. Hovering feature gives multirotor to airborne on a single altitude without any drift behavior in its flight plane. The attitude and altitude can be locked for a GPS co-ordinate which helps it to fly in a preplanned complex trajectory

Unmanned systems and efficiency: 1) Conduct up – close observation of farm plots and provide high resolution data. 2) Cost – effective way to spray for pests and diseases, manage crops, check for sign of drought. 3) Safely survey, sloped, muddy, or dangerous team. 4) Detect invasive species in grass land and corps. 5) Assist in planning improvement in field drainage. 6) Map and estimate acreage and crop types. 7) Assist in developing crop yield estimates. 8) Efficiency spray crops with fertilizers, pesticides and fungicides.

Target Services: 1) Orthorectified NDVI images (evaluates crop health during early growth stages, while reducing input and saving operational costs. 2) IN-Field nitrate testing. 3) Plant stress map. 4) Crop population map. 5) Canopy closure. 6) Digital surface modelling. 7) Volumetric measurement. 8) 3D modelling. 9)Variable rate maps. 10)Early stress detection. 11)Field management.

It is environment-friendly – the dosage of pesticides is reduced, so it can minimize the pollution of pesticides to the environment and crops. It is not harmful to the operator in the distances when dusting, and the labor intensity is reduced dramatically.

Multispectral imaging (5-6 bands) – for plant health, what type of biotic stress, abiotic stress, estimate crop yield by processing and exploiting agronomic indices. Hyper spectral scanner (270 bands) can collect image in a continuous spectrum bio-physical/biochemical composition, multi spectral sensor captures both visible and invisible images providing calibrated data to optimally monitor the health of your crops Leaf Area index – Biomass measure, Bio-physical, Bio-chemical characteristics 3D – Digital surface model.

Multispectral imaging of crops and other vegetation is used in the identification of crop stress such as shortage or abundance of nutrients or water. Pests, disease, infections, spores and other plant stressors also.

Optimized Design of the Thermal Protection System (TPS) of Rocket Landing Structure Using Phase Changed Materials (PCM)

Ren Xiaomeng
Academic Supervisor — Ren Xiaomeng
MAI (National Research University), Moscow
renxiaomeng.rxm@gmail.com

Reusable landing vehicle (RLV) shows an inevitable trend and great prospect in space field due to its reduced cost which is the critical need in the space industry to get access to space. Many countries are devoted to the research of RLV and the landing mechanism is very important to the safety and reusability of the rocket. The landing system bears hard aerodynamic heating through the flight profile and its configuration changes during the landing period, which increases the complexity of temperature field analysis. Thermal protection system (TPS) is meant for the safety of pilots and the operation of airborne equipment in hypersonic vehicles, applying high-temperature resistant materials on the surface and insulation materials beneath, to solve the overheating problem. Traditional TPS is mainly divided into flexible felt, rigid ceramic tile and metallic cover. Since the phase change material (PCM) can absorb and release a large amount of heat during melting and solidification with the almost unchanged temperature, it is a potential material for the TPS of RLV.

The heat storage phase change materials are generally classified into four types according to the phase change method: solid-solid phase change, solid-liquid phase change, solid-gas phase change, and liquid-gas phase change. Since the latter two transition modes are accompanied by a large amount of gas in the phase transition process, the volume of the material changes greatly, although they have a large phase transition enthalpy, they are rarely used in practical applications. In summary, solid-solid phase transformation and solid-liquid phase transformation are regarded as the focus of research. In addition, phase change energy storage materials can be classified into high temperature, medium temperature and low temperature energy storage materials according to the range of phase transition temperature. According to the composition of the material, it can also be divided into inorganic and organic materials including polymer energy storage materials. Subject to the limit design temperature of rocket body, priorities are given to low and medium temperature PCM. Besides, they are also supposed to have low density, high capability, low conductivity and high latent heat for better thermal protection efficiency with less mass.

The landing system includes landing legs, covering shells and other components at the bottom of the rocket. Different TPS will be applied to these parts. For landing legs, which expand and are exposed to the atmosphere only in landing period, sandwich protection structure with Inconel foil sheet, PCM, and the substrate is designed. For covering shells, which isolate legs from severe heat flux through flight, advanced carbon-carbon material will be appropriate. For rocket bottom body, which needs to both resist serious aerodynamic heating and bear loads, a combination of aluminum alloy material and thermal protection covering is required. The research is aimed to find not only the feasible TPS with PCM for insulation, but also an optimal TPS structure for the whole RLV landing system during the flight trajectory. The numerical simulation method is validated by other cases with detailed experimental data for PCM latent heat storage situation and aerodynamic heating situation.

The optimization structure is first tested on coupons with simple geometry under the physical working condition, and then applied to the reusable rocket model scaled in all directions to verify the TPS result. The simulation takes both temperature field and stresses field into account. Thus, a multiply-field coupling simulation is conducted. The study result will be helpful for the future design of TPS of RLV and other hypersonic vehicles.

Research on System Dynamics Model for Predicting the Demand of Civil Aviation Passenger Transport Market

Shen Jingyao
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Xiaozhou Zeng
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China
1228396117@qq.com

The large foundation investments for the development of civil aviation transportation have long construction cycles. The quantity of fixed investments should match the development scale of civil aviation in each stage. Scientific demand forecast is the basis for rational planning of civil aviation infrastructure and fleet construction, also for decisions to formulate future development strategies. A system dynamics model is built to predict prospective demand and trend of aviation passenger transport market during the research.

System dynamics theory and method focus on solving systematic problems and reflect the dynamic feedback relationships among the elements within system. This method is not an extrapolation based on its own historical data, what accords with the derivation feature of civil aviation transportation demand. The development trend of civil aviation in the future caused by internal and external environmental changes can be analyzed and judged by changing the model structure or parameter values, what we called 'Policy Analysis'. This reveals its advantages of universality and long-term effectiveness.

Firstly, using the theory of system dynamics, the influence factors of air passenger transport demand are comprehensively analyzed from both internal and external aspects. In external aspect, the impacts of economy, population, household consumption level, and high-speed rail competition are mainly considered. Internal factors mainly include the impacts of ticket prices and service levels. After qualitative and quantitative analysis, 'the output value of second and tertiary industries', 'total population', 'marginal propensity to consume', 'marginal growth of high-speed rail passenger volume' and 'service level impact' are confirmed as model impact factors. Then, after analyzing the overall and local feedback mechanism of the civil aviation passenger transportation system, the whole system is divided into the population impact subsystem, the economic impact subsystem, the high-speed rail competition impact subsystem, the service level impact subsystem, and the aviation supply subsystem. The variables and structures in each subsystem should be improved. The feedback coupling relationships among the loops should be determined. And causal circle diagrams to explain the causal relationship among variables should be developed. Four main causal feedback loops in the system are found respectively to describe the positive effects of economics on air passenger demand; the stimulating effects caused by the shortage of air passenger transportation supply; the competitive effect of high-speed rail shunting; and the promotion of aviation investments. Then, the causal circle diagrams are transformed into system flowcharts which emphasizes the quantitative relationships. Finally, these subsystem flowcharts are integrated into a total system dynamics model. The validity and stability of the model are verified by historical data. At last, based on current situation of national economy and society and the prejudgment of future trends, the model parameter values can be set up. The predicting outcomes of future civil aviation passenger market demand can be obtained after executing the model by Vensim software, and some relevant conclusions can be drawn.

The established system dynamics model for predicting the demand of China's civil aviation passenger market considers the influence of high-speed railway competition with Chinese characteristics, in addition to those impact factors in traditional models. And 'the marginal propensity to consume' is introduced into the model for the first time in terms of the impact of household consumption level. The model verification results showed that the accuracy of this model has been significantly improved. Based on China's economic and social development level, it is predicted that the total demand for China's air passenger transport market will rise steadily in the next 15 years, and will reach one billion people around 2024; the demand increment will fluctuate much due to future unstable growth in economic and population, but its overall trend will still rise. System dynamics model has universal applicability and long-term effectiveness for predicting and analyzing long-term derived demand of civil aviation transportation market.

Aerodynamic Performance Investigation of Transonic Over-Tip Leakage Flow on Flat Tip with Cooling Injection

Tang Mingxing
Academic Supervisor — Candidate of Technical Sciences LU Shaopeng
MAI-Shanghai Jiao Tong Unversity Joint Research Institute, Shanghai, China
1178755518@qq.com

The efficiency and thermal protection of the turbine blades have always been the focus of the researchers in turbomachinery. To obtain higher thermal efficiency, nowadays, gas turbine engine raises the inlet temperature of turbine constantly. Also, decreasing loss is a focus in high-pressure turbine (HPT). All varieties of energy loss such as mechanical loss, heat dissipation loss and leakage flow loss exist in the operational process, which inevitably results in the reduction of turbine efficiency.

Tip clearance leakage is a major contributor to turbine losses, and consequently more investigations and practical strategies should be adopted to control this loss. In reality, tip clearance leakage is one of the most common and influential flow phenomena in the rotors of turbomachinery. The suction side (SS) and the pressure side (PS) of blades tip have a big pressure difference, then the fluid flow of the pressure side will flow to the suction side driven by the pressure difference of these two sides. This kind of tip clearance leakage is interacting with the main stream in the channel, which will form a leakage vortex along the corner of the suction side of the blade and cause the inter-stage loss of turbine efficiency. Also, the tremendous thermal load makes the turbine blade tip the most vulnerable part in modern HPT. Therefore, higher

efficiency and thermal protection of the turbine blades have always been the focus and big challenge for researchers.

Aerodynamical characteristics of OTL flow field inside tip gap were numerically investigated by solving Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) equations using the ANSYS-CFX. Two different kinds of turbulence models including Shear-Stress-Transport k-ω Model and Spalart- Allmaras (SA) Model are compared with the experimental results. Both SST model and SA model are in great agreement with the experimental results globally, especially for the low HTC regions on the cavity tip. However, the SST model apparently shows a better prediction on the high HTC regions than the SA model over the cavity floor. Which explains the good accuracy of SST model in solving the near-wall shear flow.

Based on the investigation of three-dimensional full blade model, the dissertation focuses on the quasi-three-dimensional model. The numerical results indicate the coolant ejected from the jet hole (perpendicular to the tip surface) bends in the direction of leakage flow and bifurcates into two branches as it hits the adjacent endwall. A large choking region could be observed on the plane adjacent to the jet hole exit. The coolant ejected from the hole causes such a strong blockage effect. Which also produces a two kidney-shaped low Mach number zone. This zone gradually develops and expands along the direction of fluid flow. A pair of counter-rotating vortices is clearly visible on the cut-planes as the detailed features of surface streamlines are shown.

The Application of OpenFoam in Plasma Engine Simulation

Tang Zhongfu
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Liu Huoxing
Beihang University, Beijing, China
1731324295@qq.com

The Magnetic Power Plasma Engine (MPDT) has been considered as one of the best propulsion solutions for space power since its inception. In theory, the MPDT has a specific impulse of up to 11,000 s and an exhaust speed of 110 km/s, which is three times of currently used ion engines (such as helium-ion engines) and 20 times faster than liquid rocket engines. In addition, although the thrust of the MPDT is not high, as long as it reaches 5N, the orbital manoeuvre of the spacecraft can be realized. Although the acceleration is small, the end speed will reach a very high value through long-time acceleration, which is very suitable. Space travel is likely to be the main means of transportation for future space. Currently, plasma engines have been used in space probes in the United States, Japan, and Europe. China has been late in this regard, but the successful operation of China's "artificial sun" also means a major breakthrough in magnetic constraints, which is a technical high.

The MPDT is actually a kind of electric propulsion. It uses the Lorentz force generated by the interaction of the magnetic field and current to accelerate the gas to generate thrust. It is also called Lorentz force accelerator. The basic form of the MPDT consists of a rod-shaped cathode and an anode surrounding the cathode, which forms an arc by discharge between the cathode and the anode. Propellants (such as H2, N2, Ar, Xe, Li, etc.) are ionized through them to form dispersed ion clusters and electron clusters, resulting in a high current flow between the cathode and the anode (up to tens of thousands of KA), just as the energized wires generate a magnetic field, the arc (which is equivalent to a conducting wire) also generates a magnetic field. This induced magnetic field interacts with the current through the plasma to produce an axial Lorentz force that accelerates the propellant. The engine is exhausted and a reverse thrust is generated. But the specific details of Lorentz's power are still to be studied.

Since electric propulsion is much larger than the chemical propulsion, it requires less propellant, which increases the satellite's payload and improves satellite performance and efficiency. But electric propulsion also has its drawbacks, such as it can only be applied to small thrust systems. The low thrust, high specific impulse properties make the main applications of electric propulsion: position retention, relocation and attitude control. For some tasks in orbital advancement, electric propulsion has obvious advantages. It can achieve more accurate attitude and chemical control than chemical propulsion. For some relocated tasks, relocations are faster and consume less energy.

OpenFOAM is an open source fluid mechanics but not limited to fluid mechanics packages, with very high customizability. Discrete programming of the governing equations of the plasma engine physical process, using OpenFOAM's mature architecture, can more easily simulate this physical process. By comparing the calculation results of commercial software, such as ANSYS and COMSOL, a comprehensive analysis can be carried out from the aspects of accuracy, computing resource occupation, time cost, etc., and the OpenFOAM program is continuously optimized. Although general-purpose software is versatile, we

must be aware of the results for specific problems. In this case, only OpenFOAM, which is fully open source and has team-maintained software, can do this.

Effect of Initial Temperatures and Pressures on Laminar Burning Velociy and Markstein Length of CH4/RP-3/Air Mixtures

Tang Zhuo, L.A.Berne, Zeng Wen
Academic Supervisor — Professor, Liu Yu
Shenyang Aerospace University, LiaoNing, China
tangzhuo@mail.ru

In the aviation industry, in order to reduce the reliance on fossil fuel and meet CO2 emission requirements released by International Air Transport Association (IATA), it is necessary to develop alternative jet fuel. One of the prospective alternative jet fuel is the liquefied natural gas (LNG). LNG is the natural gas (predominantly methane, CH4) which is converted to its liquid form for ease storage and safety transport. Until now, the laminar burning velocities of CH4/kerosene binary fuel have not reported yet.

The experimental setup consists of a constant volume combustion chamber, inlet and outlet system, heating system, ignition system, data acquisition system and Schlieren optical system. The constant volume combustion chamber is made of stainless steel and the inside of the chamber is cylindrical. The cylindrical diameter is 180 mm and the volume is about 4 L. High transmittance optical glasses are installed at two sides of the chamber to make its inside observable, and the diameter of visual field is 130 mm. The inlet system consists of several valves connecting to the CH4, O2 and N2 tank, and a liquid fuel injection valve is used to inject liquid RP-3. A vacuum pump is used to evacuate the chamber after combustion. The initial temperature is measured by a K type thermocouple and the initial pressure is measured by a pressure transmitter.

The ignition system is applied to ignite mixtures at the center of the chamber, and it also offers a trigger signal to high-speed camera. In our experiments, the high speed camera (Phantom V611) is used to take photos at frequency of 10000 pictures per second. The data acquisition system is installed in a computer and to record flame propagation photos. To make sure that the mixture is homogeneous enough at the time of ignition, at least 8 minutes is required after preparing the combustible mixture, and in order to ensure the accuracy of experimental data, the test of each condition was repeated 3 times.

Experiments have been carried out in a constant volume combustion chamber to investigate the effects of initial temperatures (420, 450 and 480K) and pressures (0.1, 0.2 and 0.3MPa) on the laminar burning velocity and Markstein length of CH4/RP-3/air mixtures over a wide range of equivalence ratio (0.7-1.5) and with various methane additions (0, 0.4 and 0.8).

Обоснование выбора способа спасения ступеней многоразовых ракет-носителей

Choice Justification of the Saving Method of Stages for Reusable Launch Vehicles

Usmonov Temur
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Kretov A.C.
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Fergana, Uzbekistan
temur2691@icloud.com

The critical problem facing the 21st century of space flight is immediate and low cost access to Low Earth Orbit (LEO). An inherent difficulty in escaping Earth's gravitational influence to establish a circular or elliptical orbit about Earth, even at low altitudes, is the genesis of this problem. The vast amount of energy necessary to perform this task requires that space launch vehicles, using the current proven technology developed over the past 100 years, be powered by chemical rocket engines using enormous quantities of propellant. About 90% of the gross mass of any orbit-bound rocket is entirely propellant.

More than 60 years have passed since the beginning of regular space flights. However, the methods of delivering the target load into outer space remained at the initial level. One of the main indicators of assessing the efficiency of the transport space system is the cost of delivery of a paid load to a given orbit where cpl is unit cost of delivery of paid load; C is the total cost of start-up; mpl is the mass of pay load

$$cpl = C / mpl \quad (1)$$

The level of prices for space transport services continues to be quite high, which significantly hinders the development of space activities. One of the ways to solve this problem is the creation of reusable rocket and space systems, which are the stage of evolution of Launch Vehicles (LV). Theoretically, such systems will have operational advantages over single-use LV by reducing the unit cost of removal provided by the reuse

of the very expansive blocks and reducing the environmental load on the launch routes due to the reduction or complete absence of areas of fall of the separating parts.

The developed reusable systems did not become a panacea for reduction of value (1). Two disasters Challenger (1986) and Columbia (2003) of the system “Space Shuttle” (1981-2011) and its unprofitability forced to put an end to this major project. A similar system, “Energia-Buran”, created in the USSR had the only successful launch in 1988.

The salvation of elements of LV can be based on aerodynamic principle and rocket-dynamic one or on them combinations. The first is used or parachute (solid rocket booster of “Space Shuttle”) or wing (orbiter of “Space Shuttle”, rocket booster “Baikal”). Rocket-dynamic principle uses rocket’s engines (VentureStar, Delta Clipper, 1st stage of Falcon-9).

Recently, much attention has been paid to the problem of saving the first stage of the Falcon-9 rocket [1]. The design analysis of various options of rescue of stages and in particular the Falcon-9 rocket is carried out in work. The analysis is based on the assumption of the invariance of the LV launch mass M0 and the effect of the rescue method on the mass of the load put into orbit is considered MOrb

MOrb =M0 / ({m*f i /[m*f i –1+ 1/e(DVi + DVLi) / Ii)]}) (2)

where N is number of stages; indicates a multiplication sign from 1 to N; m*f i = mf i /m0 i is the relative fuel mass of the stage block i; m0, mf i are inial mass and fuel mass of i block; DVi is the speed reseved of LV during work of i stage; DVLi is the speed lost (by gravity, aerodynamic, control etc.) for i stage; Ii is specific impulse for engines of i stage.

As a result, the formula for the estimated of the specific cost of withdrawal of the payload will be as follows

cj =Cj/{mpl M0 / ({m*f i /[m*f i –1+1/e(DVi + DVLi) /Ii)]})} (3)

where Cj is the total launch cost for j flight scheme.

One of the ways to solve the problem reduces specific cost launches payload into LEO is to create and developing multi-rocket space- systems with reusable elements. Theoretically and practically such systems will have operational advantages over disposable LV's due to a reduction in the specific cost of elimination, provided by the repeated use of the material part and a decrease in the environmental load on launch routes due to a decrease or complete absence of areas of falling of the separating parts. For the estimation of such problem a simple method of initial evaluation of the use of different trajectories of descent of the first stage is proposed.

References

1. U. L. Kuznetsov, D. S. Ukraintsev. Analysis of the influence of the scheme of flight of the stage with a reactive recovry system on the energy characteristics of a two-stage medium class launch vehicle. Bulletin of samara state aerospace university vol. 15, № 1, 2016. P.73-80. (in Russian)

Experimental Study and Finite Element Simulation Analysis during Pure Titanium Electro-Assisted Spinning

Wang Jianhua, Kai, Jin
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Wei Ti
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China
1490062343@qq.com

Titanium and titanium alloy components are widely used in aerospace, defense, and medical applications due to their excellent chemical and mechanical properties. Since titanium has a hexagonal close-packed (hcp) crystal structure, titanium tends to have poor ductility at room temperature can be accompanied by large springback, wrinkling, losing stability during forming and components are more susceptible to cracking. In the study, a new type of electro-assisted warm spin forming method based on the electro-plasticity effect is presented. Experimental results show electro-assisted forming technology can significantly improve forming quality of titanium parts.

In this study, the influence of process parameters, including current intensity, feed rate, spindle speed, and lubrication, on the formability of commercial pure titanium sheets were systematically analyzed. The experimental results show that the current input intensity has the most significant effect on the temperature distribution and forming properties of the titanium plate. In addition, the spraying of molybdenum disulfide lubricant can reduce surface friction and improve the surface quality of the spinning components. Microscopic results have found that the growth rate of the a-phase nucleus is enhanced with the increase of the input current intensity. The increased current intensity causes the broken a-phase grains to recrystallize dynamically to form a relatively regular refined a-phase. Simultaneously, it was found that the microhardness of the spinning parts tends to decrease slightly with increasing current intensity.

We have established a finite analysis model for thermoelectric structure coupling through ABAQUS software. The distributions of electrical potential, temperature and thermal stress fields at different concentrated current intensities were analyzed. The finite element simulation found that; (1) the temperature mainly concentrated on the contact point of the conductive tool with the titanium sheet, (2) the temperature increased with the increase of the current intensity and (3) the mises equivalent stress of the point showed the opposite trend. The technology is feasible and easy to control and has the potential for application to other rotary sheet forming technologies.

Arrangement Optimization of Phased Microphone Array Based on Deconvolution Algorithms

Wang Xuyang
Academic Supervisor — Associate Professor Ma Wei
MAI, Moscow, China
948132432@qq.com

Phased microphone array has become a standard technique for modern acoustic test measurement. Phased microphone array can effectively obtain the sound source distribution characteristics of the interested area in a strong background noise and reverberation field, including the position information and intensity information of the sound source. In the field of aerospace acoustic testing, phased microphone array not only plays an indispensable role in the wind tunnel tests of aircraft aerodynamic noise studies, but are also widely used in noise measurement of aircrafts, engines, etc. in real environments. Therefore, phased microphone array is mainly used for noise source position identification, abnormal sound localization, and noise reduction effect verification.

And they play an irreplaceable role in the research of noise generation mechanism and noise reduction research. The arrangement of the microphones in phased microphone array is the most important factor that affects the performance of phased microphone array. A good array arrangement can significantly improve the dynamic range and spatial resolution. In order to obtain the distribution characteristics of the sound source quickly and accurately in the application process of phased microphone array, the optimization of the microphone array arrangement has become a research hotspot at home and abroad. However, the existing array optimization researches are all based on the conventional beamforming algorithms. As the post-processing speed of the deconvolution algorithms which has a higher spatial resolution compared to the beamforming algorithms increases, it is urgently needed to develop phased microphone array arrangement optimization research based on deconvolution algorithms. The main purpose of this paper is to obtain an optimal arrangement of phased microphone array suitable for deconvolution algorithms. Three common phased microphone arrays with same microphone channels were designed in this paper, which are circular equidistant distribution arrangement, rectangular equidistant distribution arrangement and optimal spiral arrangement.

Then this paper compares the dynamic ranges and application effects on complex sound sources of the three phased microphone array based on the deconvolution algorithms. At low frequency, these three arrays have nearly the same dynamic range. However, at high frequency, the dynamic range of the optimal spiral arrangement is the largest, followed by the circular equidistant distribution arrangement, and it is not significantly different from the optimal spiral arrangement. And the rectangular equidistant distribution arrangement has the smallest dynamic range and significantly different from the optimal spiral arrangement. Comparing the effect of the three arrangements on the application of complex sound sources, we can find out that with the increase of the complexity of the sound source, circular equidistant distribution arrangement based on the deconvolution algorithms gradually exhibited better sound source localization performance than rectangular equidistant distribution arrangement and optimal spiral arrangement. Therefore, in consideration of the experimental and installation costs, the circular equidistant distribution arrangement could replace the optimal spiral arrangement as the first choice of microphone arrangement based on deconvolution algorithms.

The Research on Global Air Traffic Subarea Division

Wang Ye
Academic Supervisor — Associate Professor, Ph.D. Hua Xie
National Key Laboratory of Air Traffic Flow Management, Nanjing, China
1067040139@qq.com

With the continuous improvement of the level of global economic and social development, air traffic has become the first choice for travelers due to its obvious characteristics of safety, speed and convenience. In

order to meet the rapidly growing demand for air transportation, the flight traffic of the world is growing rapidly and the air traffic network is spread all over the world, which makes the difficulty of wide-area air traffic management increasingly increasing. Unlike other modes of transportation, air traffic activities have obvious transnational and transregional flight characteristics.Especially in the context of economic globalization, the degree of cooperation between countries and countries, regions and regions is becoming increasingly close. The globalization, integration and synergy of air traffic management will inevitably become the mainstream trend of the future development of air transport industry. However, at present, air traffic management is mainly based on the sovereignty and regional attributes of each country. Typical block-by-block management is the main way to implement operation management. Flight restrictions caused by national defense, air defense, poor mechanism and isolated information islands are increasing among countries and regions, which leads to the lack of comprehensive grasp of international flight information among countries and regions. The global optimal allocation of cross-border airspace resources has seriously restricted the effective improvement of global air traffic operation efficiency, resulting in frequent problems such as large-scale airspace congestion and flight delays. To solve these problems, countries and regions around the world are focusing on a series of restructuring, integration and technological innovations in air traffic management and operation concepts, coordination mechanisms and implementation, such as the European Single Sky Project and NextGen of the United States, in order to promote the transformation of global air traffic control system operation from traditional border transfer and coordination to modern wide-area joint management and control.

Starting from the historical flight data of global civil aviation flights, this paper uses the fuzzy C-means clustering method to divide the global air traffic management area with the criteria of “intensive traffic flow in the same area and sparse traffic flow between different regions” and clarifies the regional integration ideas of South America, North America, Europe, Africa and Asia-Pacific regions, so as to provide reference for the future operation of global air traffic control integration.

Multi – Rotor Structure Design for Tiltable Quadrotor UAV

Xu Yingzhi
MAI, Beijing, China
yzxu1705@buaa.edu.cn

The current mainstream multi rotor UAV fuselage and propeller is relatively fixed, the payload rack mounted undercarriage, and equipped with heavy and large aircraft to support, making the overall weight of the aircraft increases, is not conducive to the flight performance of aircraft; and the payload is often more expensive equipment, mounted on the lower part of the frame, unexpected situations prone to damage. The purpose of this design is to provide a rotatable multi rotor aircraft frame to solve the technical problems mentioned above. The power unit of the special-shaped fuselage multi rotor unmanned aerial vehicle (UAV) is installed in the fixed part of the frame, while the payload such as batteries and important equipment is mounted on the rotating part of the frame. The rotating part is driven by a pan head driving device.

In order to achieve the above goal, the frame fixed part adopts the "work" layout, and the rotating part of the frame rotates through the driving device around the central rotating shaft. The main housing and the connecting parts are designed by CATIA software and manufactured by 3D printing. At the same time, in order to protect the strength and reduce the weight, the central rotating shaft and the bearing bar are made of carbon fiber composite material, and the strength is guaranteed by the finite element software.

Through the debugging and test results show that the aircraft assembly, and can realize the pitch and roll and yaw movement, and the performance is stable, the flight time is 15 minutes.

Water Droplets Impingement Simulation on Rotating Cone of Aero-engine

Xudong Liang
Academic Supervisor — Associate Professor, Doctor of Technical Sciences Xiaodong Mao
Shenyang Aerospace University / MAI, Shenyang, China
9858484856@mail.ru

The aircraft icing phenomenon caused by super-cooled water droplet impingement will damage the aerodynamic configuration, influence the intake efficiency of aero-engine and even lead to serious flight accident. This paper has established a numerical calculation method for solving the water droplets collection efficiency on the rotating cone surface of aero-engine. A three-dimensional water droplets impingement model for rotating cone of aero-engine has been established and solved to simulate the process of super-cooled water droplet impinging on ice protection surfaces, in which an Eularian method and a single rotating

coordinate system were applied. With the single rotating coordinate system, the unsteady cyclically rotating boundary condition was simplified to a steady boundary by introducing the inertial forces. With the Eularian method, the air flow and water droplets flow field were depicted in a one-way coupled form. The Eularian control equations were adjusted in the non-inertial reference system by introducing the Coriolis acceleration and the convected acceleration. Then a finite volume solver was applied to solve the governing equations of air flow and droplets flow, in which the inertial forces were defined as the source terms of the momentum equation, and the results of velocity and volumetric fraction of air flow and droplets flow were obtained as well as the droplets collection efficiency. With the mentioned method, a rotating cone of aero-engine was simulated for a stationary case and at different rotational speeds. The results show that the rotation has little influences on the water collection efficiency of the cone by the change of the tangential velocity due to the axis-symmetric shape of the cone.

Scenario-Based Fleet Selection and Requirements Development with Aircraft Sizing Tool

Yan Danfeng, Shaowei Li
MAI, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China
yandanfeng@sjtu.edu.cn

Among many factors that the affect of the airlines profitability, the selection of the fleet is an important one. This paper systematically discusses a scenario-based method of fleet selection and incorporates the fleet selection method into the development of new aircraft requirements. A parametric design tool for a full-parametric definition of commercial aircraft definition process will be further studied. This research can be used to assist in conceptual exploration research and in the airline fleet selection process.

Global market competition is one of many important features of the commercial aircraft industry. In recent years, the financial performance of airlines has exacerbated this trend. Under a globalized competitive environment, many factors such as financial environment, policies and regulations, and management departments' business strategies have profoundly affected the profitability of airlines. Due to numerous uncertainties, airlines are always faced with great risks. For example, Asia's first airline, Philippine Airlines, due to the 1997 Asian financial crisis and its own mismanagement, was unable to avoid the bankrupt after the company selling of 13 aircraft, ending 27 aircraft lease contracts ahead of schedule and canceling 9 aircraft purchase contracts. It can be seen that the planning and selection of the fleet is directly related to the profitability and survival of airlines. Asia is becoming one of the largest air transport markets in the world. In the past 20 years, the growth rate of airline passengers is 1.8 times of GDP growth, and the annual growth rate of airline passengers reached 13.5% during the years 2004-2014 in China. In the fierce market competition, the airline's fleet of choice directly determines its production efficiency and related costs. In general, large airlines are more economical than smaller airlines. The carrying capacity of small aircraft affects its cost and efficiency. The planning of aircraft fleet requires in-depth knowledge of both the aviation technology and business. For aircraft manufacturers, the combination of parametric design tools will be able to intuitively reveal the connection between aircraft design parameters and economic performance, which will help manufacturers design aircraft that meet market demand, enhance the airline's profitability. For the current duopoly in the competitive commercial aircraft market, this will help aircraft manufacturers survive the fierce market competition.

The airline's fleet planning is a process that includes selection, procurement and management. Airlines need to predict changes in market demand and economic environment to control the fleet's capacity. In the process of aircraft selection, airlines need to consider factors such as: passenger load factor, range, fuel consumption, aircraft utilization, financing costs, operation of cost and compatibility with other aircraft in the fleet, market competition, corporate market image, etc. These factors together affect the performance of airlines.

This paper analyzes the external factors that should be taken into account in airline type selection and the strategies to be considered during the selection process in connection with network planning. At the same time, it proposes a preliminary research direction in the field of aircraft economy, which can be combined with parametric design tools. The economic analysis of the aircraft during the aircraft design process and the prediction of this parametric tool will also help in the selection of airline fleets. The research of new parametric design tools should reflect the main manufacturers and operators. This will accelerate the interest coordination between manufacturers and airlines. Knowing the market competition and the planning choices of the fleet will help domestic civil aircraft manufacturing companies to develop aircraft that conform to the laws of the market, which is of important reference significance for aircraft design and R&D.

Conjoint Method of Customer Segmentation and Clustering Analysis for Requirement Weighting in QFD

Yin Huiting
Academic Supervisor — Associate Professor, Doctor of Technical Sciences Huang Dan
MAI, Shanghai, China
1518434738@qq.com

Quality function deployment (QFD) is a systematic and integrated method to optimize the product technical design and meet the customer needs. It helps to identify design priorities and effectively prevents major changes after the design is completed both for new product and existed product. The rationale of QFD method is to transform subjective customer requirements (CR) into objective technical requirements (TR).

The first step of application of QFD is collecting voice of customer and rating customer requirements, any deviation of customer requirements evaluation will result in final result inaccuracy cause other parts are built on this step. When applying QFD, the first thing is to collect the voice of customers and widely used methods currently are questionnaire, brainstorming, focus group and so on. The next work is eliciting CRs from voice of customers（VoC）and weighting those CRs. Also in this process, many methods can be used, such as House of Quality (HoQ), Analytic Hierarchy Process (AHP), Affinity Diagrams (ADs) and so on. It is worth noting that these methods are more or less related to human perception, of customers or engineers.

For QFD heavily depends on data collected from customers and the analysis process also heavily relies on engineers, and individuals have different backgrounds, like education and character, there exist big difficulties in customer requirements evaluation process.

To solve the problems of customer requirements evaluation, a conjoint method of customer segmentation and clustering analysis is proposed. The basic concept is target potential customers more precisely for the goal of applying QFD method is satisfy the customer needs, the proposed method build a new framework to filer the potential customer and the product can be more satisfactory for the customers. By this way, redundant data can be deleted safely like VoCs from customers who are unlikely to buy this product.

At the same time, due to the different education and background of customers, the VoCs has the problem of fuzzy and redundancy. In order to solve the problem of fuzzy voice of customers, a new market survey method is adopted. After the end of the market survey, according to the results of cluster analysis, the importance of customers is analyzed, and the requirements of different customers have different importance. The results of such analysis can be more closely to the requirements of potential customers of this product and more cater to the market.

The proposed method is constructing a joint customer segmentation and QFD model. Both approaches are customer oriented and the joint method can be used to reduce the importance of customer requirements deviation.

Research on Atmospheric Disturbance Related Airworthiness Assessment Method of Civil Aircraft — Flight Performance and Flight Quality Related

Yu Yimeng
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Hong Guanxin
MAI, Beijing, China
332744306@qq.com

In this paper, the airworthiness regulations related to atmospheric disturbances are mainly studied. Firstly, the relevant airworthiness regulations need to be found. The three forms of atmospheric disturbances, namely atmospheric turbulence, gusts and wind shear, become the basis of classification. Next, based on the airworthiness regulations related to atmospheric disturbances that have been classified and organized, the design indicators and design requirements involved in these clauses are needed to be analyzed and summarized according to the requirements of the regulations.

The provisions relating to atmospheric disturbances in the airworthiness standards of transport aircraft, taking China Civil Aviation Regulations Part-25 (CCAR-25) as an example, are mainly distributed in two aspects, the first is related to the design load of the aircraft, and the second is related to the flight performance and flight quality of the aircraft. This paper mainly analyzes the terms related to the flight performance and flight quality. The specific airworthiness regulations are mostly reflected in the lateral maneuvering requirements of the situation where all the engines can work. This paper summarizes the requirements in this respect and analyzes the design requirements corresponding to each term.

1. Summary of indicative requirements related to atmospheric disturbances

These requirements are mainly about lateral manipulation requirements in the situation where all the engines can work. And the requirements are for the ability that aircrafts use to recover from atmospheric disturbances.

The specific requirements are as follows:

a. The roll response must enable the aircraft to recover from the bumping and tilting caused by the gust.

b. In the maximum sideslip angle range, the aircraft must have sufficient lateral maneuvering margin to enable gust correction.

c. At any speed up to VFC/MFC (maximum speed/Mach number with stability), there must be sufficient lateral maneuvering to provide the peak roll rate required for safety without excessive maneuvering force or maneuvering stroke.

2. Analysis for quantitative design indicators according to the above indicative terms

a. The roll response must enable the aircraft to recover from the bumping and tilting caused by the gust.

This requirement is a qualitative requirement. It means that the aircraft must be able to safely recover from the roll angle caused by the gust to the roll angle before the gust. In order to get the quantitative requirements, we can refer to the commonly used roll performance indicators. The design indicators that can be quantified are discussed from the perspective of these two indicators.

(1) Rolling modal time constant (Tr)

(2) Time required to reach a 30 degrees roll angle (t30)

b. In the maximum sideslip angle range, the aircraft must have sufficient lateral maneuvering margin to enable gust correction.

This requirement means that the aileron must have a certain margin for the gust correction during the aircraft's side slip. The aileron angle required for the fixed-length linear side-slip flight corresponding to the maximum side slip angle can be obtained, so that the declination is less than 75 percent of the limit declination, that is, 25 percent of the maneuvering margin is retained. If the aircraft meets the above conditions, it can be considered to have sufficient lateral maneuver margin for gust correction.

c. At any speed up to VFC/MFC (maximum speed/Mach number with stability), there must be sufficient lateral maneuvering to provide the peak roll rate required for safety without excessive maneuvering force or maneuvering stroke.

This requirement is a qualitative requirement for the peak roll rate of the aircraft and the maneuvering force and maneuvering stroke during the rolling process. This requirement can be understood as the lateral maneuvering in the full working state of the speed until the stable maximum speed the follows must be satisfied: the aircraft can provide sufficient roll rate peak, the operating force is within the range allowed by the regulations, and the required maneuvering stroke is within the range of the maneuvering stroke of the aircraft.

Conclusion

After the analysis of indicative requirements related to atmospheric disturbances，mainly about lateral manipulation requirements in the situation where all the engines can work, we can deeply understand the nature of airworthiness requirements related to atmospheric disturbances so as to better carry out aircraft design work.

Research on the Chinese Aviation Marketing Management: Based on the Analysis of Shenzhen Airlines

Zang Haipei
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Jinfu Zhu
Nanjing University Of Aeronautics And Astronautics, Nanjing, China
479538354@qq.com

According to the investigation on the global market of International Air Transport Association (IATA), China’s civil aviation market will replace the United States to become the center of the world in the future. As a large country with a population of over 1.4 billion, China has an increasing demand for traffic flow. The purpose of this report is to give an overview of a three-year marketing plan for Shenzhen Airlines to deal with the current issues by analyzing the external and internal competitive environments. PEST analysis and marketing mix are used in this report as the analysis methods. As a summary, the SWOT Analysis provides an overview of Shenzhen Airlines, which is a helpful tool for managers to recognizing the airline's strength, weakness, opportunities, and threats for setting flexible strategies to fit today’s uncertain and changing marketplace.

This paper selects Shenzhen Airlines as an example to discuss Chinese aviation business management conditions. Shenzhen Airlines is a Chinese airline located in the second tier carrier of Chinese aviation

market. Recently, Civil Aviation Administration of China (CAAC) carried out a series of fare reforms, which also gave airlines more freedom to determine the price of air tickets. The differentiated price also made passengers' sensitivity to price release, especially on short-haul routes. Low-end passengers who visit relatives and friends, as well as business travelers who are slightly sensitive to ticket prices, will choose low-cost flights, resulting in an increasing trend of airlines' price wars. It brings opportunities to those second and third tiers' airlines. In China, politics has a strong guiding effect on economic development. Shenzhen Airlines as the civil aviation transportation industry with strong correlation with economic development, should pay close attention to the new dynamics of the political environment and accurately judge the new environment for the civil aviation market.

Shenzhen Airlines has experienced a transformation from private enterprises to state-owned holding companies, and now Air China holds 51% of the shares. The state change in Shenzhen Airlines brings the opportunities and challenges to this airline. It can gradually transform from full-service airline to low-cost carrier (LCC), but in the short term, Shenzhen Airlines' strategic objectives should focus on transformation. In this report, the three-year marketing plan for Shenzhen Airlines is to design and manage the strategic productivity by focusing on key objective drivers including customer group, flight network, product, price, and distribution respectively. Finally, the study provides the strategic objective and marketing plan for Shenzhen Airlines over the next three-year horizon, which includes the action plan for each key commercial value drivers, objectives, implementation methods with the timelines for the delivery of the plan.

Mathematical Methods in Aerospace Science and Technology

Zhai Boshen
Composite Structure, Shanghai, China
mtyhnzbs@foxmail.com

With the development of composites, delamination is the most common failure mode, many investigations have been focused on the fracture toughness of delamination. Typically, delamination is researched by comparing the ERR (Energy Release Rate) G with its critical value G_c.

A classical problem about ERR is how to get the accurate Mode II energy release rate G_II of the specimen, ENF (three-point end-notched flexure) and ELS (end loaded split) tests have been designed to get G_II, however, as a result of the cantilever and configurations of the experiment fixture, there is a vertical shear force acting within the delaminated regions and at the delamination crack tip. So, 4ENF (four-point End-Notched Flexure) test was designed by R. H. Martin in 1998.

Since then, the study about the ERR of 4ENF experiment have been investigated widely. Davidson and Martin gave the analytical results and experiment results of 4ENF first, their theoretical derivation is based on the simple beam theory. Then, other researchers gave equation derivation of the ERR based on other beam theories. But there is still a problem about comparing the different factors effects on ERR using the simulation and formula with an error up to 10%. The orthotrophy rescaling method is a spatial rescaling method used for reduing the orthotropic problems to equivalent problems in materials with cubic symmetry. This method had been proved to be useful in stress concentration related cracking, effective contraction of orthotropic material specimens, crack deflection onto easy fracture planes, and surface flaw induced delamination. In the 4ENF problem, if the undetermined coefficients are determined by several times of simulation, then the accurate ERR formula can be given for the orthtropic composite materials.

In this paper, the othotrophy rescaling method is researched and applied in 4ENF experiment, determine the coefficients through several times of simulation and number fitting. The formula of accurate ERR in 4ENF experiment with an error narrowing to 1.5% is given.

Experimental and Numerical Study on the Influence of Ply Set-Up and Radius on the Performance of an Inward-Folding CFRP Tube Attached to a Special Crushing Cap

Zhou Xin
Academic Supervisor —Doctor of Technical Sciences Yu Zhefeng
MAI, Shanghai, China
807205887@qq.com

A special crushing cap with double corner at the bottom inside the cap is designed and experimental and numerical study on progressive failure of the tube under quasi-static axial compression loading is conducted to investigate the influence of the factors such as radius, ply set-up. The first corner plays a role as triggers to lowering the peak loading to prevent the tube from catastrophic failure and the second corner makes the tube fold more to absorb more energy. The bottom end of the tube is attached to the double corner cap while the

upper end is attached to a cap with no corner. The bottom end of crushed tube is folded inward twice when it touches two corners and the hollow tube will be filled with the debris. During the experiment, the load and displacement of the crushing cap is recorded. There are mainly three stages in the load-displacement curve: for the first stage at the beginning the load increases an then fall a little bit due to failure happening, but after that it keeps rising until it reaches the peak load; for the second stage the load stay stable and varies around the a certain value; for the third stage when the displacement reaches the half length of the tube, the space inside the tube is full, the load will increase rapidly again. The energy absorbed can be obtained by integration. The crushing cap is effective at lowering the peak load and adjusting the specific energy absorption. As a result, the experiments indicate that a 2mm thick tube of [90/-45/0/+45]3 ply with 30mm radius show the best performance. Moreover, numerical simulation based on ABAQUS EXPLICT is conducted to compare with the experiment results. A model with six conventional shell is established. Each shell contains two plies, and is connected to each other by contact setting. The simulation results are similar to the experimental results, with the same failure mode and close value of peak load, stable crushing load, and specific energy absorption.

Analysis of sports aircraft behavior and the influence of pilot errors when performing horizontal aileron roll using flight simulator

Kaiss Ied
Academic Supervisor — Professor, Doctor of Technical Sciences Maslennikova G.E.
MAI, Damascus, Syria
kaissied@mail.ru

Investigation of accidents of sports aircrafts indicates a large number of accidents associated with loss of control, etc., due to piloting errors and performance of aerobatics at inadmissible speeds, heights and overloads. The current situation requires the creation of a methodology for flight tests and specification of airworthiness standards for aerobatic aircraft in order to improve flight safety.

To improve the flight safety, it is also necessary to determine the probabilistic characteristics of the most probable and frequently encountered piloting errors.

Studies of changes in altitude in the presence of piloting errors, taking into account the probability of these errors, will be justified and with a given degree of probability, determine the safe height of the beginning of the maneuver.

In previous experimental studies, there was no problem of loss of stability due to the development of too high angular velocity of the roll, i.e. occurrence – aero-inertial self-rotation.

With regard to reducing the probability of aircraft collision in the air, if there are errors in the departure of the aircraft away from the guideline on the output, performing experiments on the flight simulator will allow justified and with a given degree of probability, to determine the differences between the angle of the course at the inlet and outlet of the horizontal aileron roll.

This report presents the results of the initial stage of development of methods for determining the safety requirements for performing aerobatics on a sports aircraft.

Quartz Module for Measuring Micro Displacements

Hein T.Z.
Academic Supervisor— Professor, Doctor of Technical Sciences Melnikov V.E.
MAI, Moscow
heintayzartin@gmail.com

The possibility of creating an electromechanical measuring transducer, which is performed in the form of a monolithic module, made up of fused-silica is considered. The choice of fused-silica as the main structural material of electromechanical sensors is due to its unique physical, technical and technological characteristics.

Fused-silica has a high temperature stability of linear dimensions (temperature coefficient of linear expansion at the level of α=0,5×10-6 1/oC, which is 15-30 times less than the best metal materials and the minimum possible hysteresis characteristics $\Gamma <$ 10-6÷10-7). High strength and technological features of fused-silica allow for creating monolithic structures, naturally combining primary mechanical and secondary electromechanical transducers in frequency-dependent electrical signals. However, these advantages do not find due attention from the developers of precision Electromechanical transducers so far.

In our work had shown that the rational combination of primary and secondary transducers of mechanical quantities (compressive forces and deformations) allows sufficiently to create a wide range of unified quartz electromechanical transducers for various technical applications.

As the gauge of small displacements or elastic deformations, the quartz module uses a flat or corrugated membrane, with a rigid center of which, on the one hand, a secondary transducer is connected, on the other hand, a connector element with the controlled object is provided. Or as the solid-state strain-sensitive force module for measuring the compressive forces of pressure with the same secondary transducers built into its structure.

The calculations of the force characteristics of the strain-sensitive module and the elastic characteristics of the flat membrane of the measuring module with a secondary piezoelectric transducer are conducted. It is shown that the displacement range of the rigid center of the membrane between (1÷10) μm, the guaranteed safety factor is maintained at the level of 5÷10. This is sufficient to ensure the operational reliability of such a quartz module and to obtain a frequency-dependent output signal at the level of several kilohertz per measurement range.

The estimation of temperature and instrumental errors is carried out. It is shown that when the ambient temperature changes in the range of ±40 °C, the error does not exceed ±0.2% in relation to the problems for determining the operational take-off weight of aircraft and the weight of wheeled mobile objects in the infrastructure of the weighing topology of the modern airport.

Пропущенные работы

Секция №3.4 «Системное моделирование, комплексы программ и Web-разработка»

Система пассивной помощи при управлении автотранспортным средством

Молодшев Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
idaniil10@yandex.ru

Проблема автомобильной безопасности одна из самых актуальных в наши дни. Решение этой проблемы упростило бы процесс управления автотранспортом для водителей не только нашей страны, но и стран Европы.

Для этого было разработано приложение, имеющее следующие основные возможности:

Отслеживание потребление топлива при езде, а также предложение усовершенствования езды для экономии топлива.

Приложение выводит уведомление о «правильности» поездки, а также рекомендации для экономии топлива и приблизительный процент экономии при соблюдении данных рекомендаций.

Контроль за состоянием систем автомобиля через штатный бортовой компьютер. Вывод уведомлений о существующих неполадках, предложениях по их решению, а так же рекомендаций по прекращению движения, в случае критических неполадок.

Противоугонная система, в виде gps локатора.

Контроль положения автомобиля на проезжей части, с целью предупреждения водителя при отклонении от траектории движения, пересечении запрещающих линий.

Система распознавания дорожных знаков, с целью обновления баз, а так же уведомления водителя о некорректных действиях, относительно дорожной ситуации.

Отслеживание допустимой скорости и уведомление при превышении ее.

Приложение выводит уведомление при отклонении от максимальной скорости.

Данные о допустимости программа выгружает из интернета.

Преимущество приложения:

Интерфейс приложения очень прост и доступен.

Поддержка нескольких языков.

Некоторые функции приложения, не имеют аналогов в России и Европе.

Приложение не энергозатратное.

Приложение работает и при доступе в интернет и без него.

Стоимость системы значительно меньше аналогов.

Вывод:

Разработан программно-аппаратный комплекс, способный решать поставленные задачи.

Приложение разработано и успешно запущено в апробацию.

Алфавитный указатель

A

Andriamanantena Tanjona Yves Gabriel 1305

B

Baraskar Aditya 1306
Belyackov V.A. 507

C

Chen Xinhua 1306
Chen Yong 1314
Chuanqi Xu 1307

D

Du Ke 1307
Duan Chi 1308

E

El Menouni Abderrafie 1308

F

Fang Chao 1309

G

Gao Xiang 1309
Gao Yadong 1315
Geng Lisong 1310
Goicochea Morales 1204
Guangjian Ren 1310

H

Hammadah Z.A. 1311
Han Jie 1311
Hao Wang 1311
Harraka J.E. 174
He Yi 1312
Hong Guanxin 1325
Hua Xie 1322
Huang Dan 1325

I

Ibrahim Waseem 1313

J

Jiang Hua 1307
Jie Tao 1311
Jinfu Zhu 1310, 1326

K

Kai, Jin 1311, 1321
Kaiss Ied 1328

L

L.A. Berne 1320
Lin Shaopei 1309, 1314
Liu Huoxing 1319
Liu Xiaohua 1309
Liu Yu 1320
Lu Ding 1314
Lu Shaopeng 1318
Lyu Tao 1314

M

Ma Wei 1322

P

Paing M.K. 32
Peng Yuyang 1315
Pi Runge 1315
Pradhan N.K. 1316

R

Ren Xiaomeng 1317

S

Shaowei Li 1324
Shen Jingyao 1317
Son Jinwoo 938

T

Tang Mingxing 1318
Tang Zhongfu 1319
Tang Zhuo 1320
Toshiya Hanada 1306

U

Usmonov Temur 1320

W

Wang Jianhua 1321
Wang Xuyang 1322
Wang Ye 1322
Wei Ti 1321
Wen Weidong 1307

X

Xiaodong Mao 1323
Xiaozhou Zeng 1317
Xiuhua Chen 1315
Xiuhua Chen 1308
Xu Yingzhi 1323
Xudong Liang 1323

Y

Yan Danfeng 1324
Yin Huiting 1325
Yu Yimeng 1325
Yu Yin 1306
Yu Zhefeng 1327

Z

Zang Haipei 1326
Zeng Wen 1320
Zhai Boshen 1327
Zhou Xin 1327

A

Абалихина О.В. 952, 961
Абанина Д.Д. 765
Абашев Д.Р. 567
Аббаварам Р.Р. 127
Абдрахманова Г.И. 489
Абдряхимов Р.Н. 301, 348, 440
Абдуалиев А.Е. 1297
Абдуллин М.Р. 150
Абдулхаликова К.К. 262, 276
Абдульминов А.А. 811
Абдыкалык Е.Е. 1293, 1302
Абильдаева К.Ж. 1293, 1299, 1302, 1303, 1304
Аблясова А.Г. 848
Абрамов П.В. 811
Абрамова Д.А. 1192
Абрамова Е.Н. 575
Абрамова М.А. 174
Абрамова О.В. 1197, 1199, 1213, 1215, 1216, 1221, 1226, 1227, 1249
Абрикосова Т.М. 938
Абузова Л.А. 1194
Абызов А.К. 32
Авдеев А.В. 149
Авдеев В.Б. 779
Авдюшкин А.Н. 750
Аверин А.А. 48
Аверин А.В. 301, 388
Аверин С.В. 100, 451, 464, 470, 481
Аверина К.А. 722
Аверина М.В. 302
Аверкин А.Н. 402
Аверкин Т.Э. 1009
Аветян В.В. 33
Авчинник А.В. 904
Агаджанов В.А. 623
Агаев Р.Н. 61, 66, 79
Агамиров А.А. 595
Агапитов Р.А. 24
Агапов А.В. 107
Агапов И.Г. 867, 875
Агафонов К.В. 507
Агафонова Г.В. 846
Агафонова Д.В. 759
Агеев Е.В. 916
Агеев М.Н. 1009
Агзамов Р.Д. 891, 908, 912

Агишев А.Р. 722
Аглиуллина А.А. 812
Агульник А.Б. 142
Айдархан Е.М. 1293
Акилин В.И. 190, 286, 533, 534, 535, 539, 542, 545, 548, 551
Акорчин А.Б. 94
Аксенов А.Г. 48
Аксенов Е.В. 108
Акунец М.В. 112
Алданышов Д.А. 1294
Алдобаева О.С. 776
Алейникова О.В. 194
Александров Д.В. 760
Александрова М.А. 1010
Александрова У.В. 696
Александру И.С. 760
Алексеев А.А. 576
Алексеев А.И. 303
Алексеев К.И. 677
Алексеев М.В. 175
Алексеева Н.Н. 623
Алексееков А.С. 686
Алендарь А.Д. 58, 109, 117
Алехина В.К. 882
Алехина О.А. 1277
Алиева Л.Д. 1098
Алифанов О.М. 589
Алифов Ш.Ф. 263
Аллаев П.А. 761
Аллахвердиева Ф.Х. 660
Алтунин В.А. 127, 150
Алтунин М.М. 304
Аль Дарабсе А.М. 110
Альбокринова А.С. 18
Альмухаметова Э.Р. 1294
Амангильдин Р.М. 441
Амирбегов Д.А. 33
Амирова Л.М. 856
Анджизиру К.А. 92
Андрианантара М.Р. 18
Андрианова К.А. 837, 853
Андросюк М.А. 1195
Андрющенко А.В. 219, 442
Аникин В.А. 533
Аникин К.А. 879
Анисимова В.С. 838
Антипов А.А. 751
Антипова А.М. 580
Антониу Д.А. 624, 631, 635
Антонов В.А. 618
Антонов Д.А. 183, 189, 191
Антонова А.А. 636
Антуфьев Б.А. 573
Анурова О.М. 1265
Анучин М.С. 34
Анферова М.С. 235, 305, 537
Анциферов А.А. 306
Апраксина А.В. 533
Апушкина С.А. 595
Аревшатян Э.С. 306
Армянинов А.А. 111
Аронов Д.И. 34
Арсентьев А.В. 762
Арсентьева М.В. 162, 681
Арсланов А.А. 768
Артамонов Б.Л. 5, 11
Артамонов С.П. 5
Артемьева Е.И. 1011
Артющик В.Д. 1012
Арувелли С.В. 36
Архипов С.В. 562
Архипова Е.И. 880
Архиреева С.А. 1069
Асмыкович И.К. 741
Астапенко Н.И. 307
Астапов А.Н. 856
Астапов Ю.В. 940
Астафьева С.Н. 596
Астахов М.О. 624
Астраханкина Е.В. 1195
Аунг К.М. 150
Аунг М.Т. 558
Афанасенков А.В. 308
Афанасьев А.Ю. 471, 858
Афанасьев В.А. 113, 114, 121, 122
Афлятунова Г.Р. 597
Афонин А.Н. 766
Ахмадеев Р.Д. 443
Ахматова Д.С. 1196
Ахматова М.С. 1196
Ахмедова Сабина 548
Ахметжанов Р.В. 168
Ахметзянова М.И. 251
Ахунов М.Т. 444
Ачба А.Р. 309
Ачба М.Т. 194

Б

Бабаевский П.Г. 859, 864
Бабарыкин В.А. 940
Бабешкина Е.Н. 653
Бабин С.В. 788, 795, 889
Бабуджи С.Ю. 309, 337, 407
Бабушкин И.А. 143
Бабченков В.Ю. 310, 1197
Базарова А.А. 194, 254
Баимова Ю.А. 960, 973, 974
Байков А.Е. 755
Байтемиров А.Р. 264
Баканенко А.Д. 100
Бакимбай Т.М. 1293
Баклыков Д.А. 1098
Балабанова В.А. 841
Балабанова Т.В. 862
Балакирев Н.Е. 302, 309, 332, 337, 338, 385, 407, 425
Балджиев Р.С. 576
Балдин А.Д. 36
Баленков Д.С. 172
Балыш А.Н. 151
Бандура А.П. 697
Бандурина О.В. 311
Банкожитенко Е.В. 1236
Банников М.В. 943
Барабанов А.В. 37
Барабанов К.А. 445, 481
Барабанов Р.В. 1070
Бараев Д.И. 882
Баранов В.Ю. 265, 1203
Баранов М.С. 598
Баранова А.Н. 1197
Барановски С.В. 32, 38, 40, 64, 65, 842, 1104
Баранцев С.М. 565, 571, 572
Бардин Б.С. 750, 751
Бареев Т.В. 312
Барначук А.В. 488
Барсегян О.С. 941
Барсукова А.В. 1013
Баршай А.М. 942
Баскакова О.С. 698
Басков Ф.А. 763
Батанов М.С. 1313
Батиков А.А. 625
Батищев Д.С. 723
Батов И.А. 112
Баттал А.А. 1294
Батурина В.С. 698
Баулин Г.В. 1037
Бахвалов Ю.О. 698
Бахтина А.Г. 1014
Башкатова М.Ш. 943
Баяндин С.Р. 943
Безклубая С.А. 1124, 1134, 1137, 1141, 1159
Безруков В.И. 1198
Безухов К.А. 945
Беклемишев Н.Н. 957, 982
Беклемищев Ф.С. 661, 663, 666, 689
Бекренева М.П. 1147, 1199
Беличенко М.В. 751
Белов В.А. 834
Белов С.П. 764
Белова С.Б. 1154
Белодубровский Д.А. 176
Белоус В.В. 554
Белоус Ф.А. 38
Белоусов Н.А. 312
Белоусов О.И. 151
Белых Р.В. 131, 1200, 1241
Белявский А.Е. 620
Беляев А.В. 909
Беляев А.Е. 801
Беляева В.А. 1064
Беляева М.Д. 1124
Беляева М.М. 263, 267
Беневоленская Д.О. 1276
Беньковский В.А. 508
Береговой В.Г. 580, 581, 587, 592, 594
Бережной Д.В. 811
Березовский А.Д. 1124
Беркутова О.А. 488, 492
Бернацкий К.С. 662
Бесогонов В.В. 19
Бесшапошникова А.П. 265, 279, 281

Бехтина Н.Б. 52
Бидеева М.А. 580
Бизюков Д.И. 313
Бикбаев Р.М. 882
Бикинеева А.П. 20, 22
Биктимиров Р.И. 314
Бирдибекова А.В. 834, 858
Бирлов И.А. 39
Бицура Д.Р. 1126
Биюсов И.Р. 446
Благинин Д.В. 447, 484
Благинин Н.В. 447, 484
Блатиков Г.А. 155, 246, 583, 654
Блинова Д.В. 247
Блонцева Ю.А. 314
Блюменштейн А.А. 803
Боброва А.Д. 1099
Боброва О.М. 1172, 1179, 1190
Бобрышев Б.Л. 817
Бобылев А.А. 664
Бойков А.А. 1201
Бойцов А.Г. 118, 783, 938
Бокарев И.А. 195
Бокова И.А. 988
Бокорев Ю.Ю. 145
Болдов С.С. 196
Болобко А.Д. 74
Болотин Е.В. 197
Болотин Ю.З. 863
Большаков Д.А. 531
Большакова Ю.С. 448
Бондарева О.С. 775
Бондаренко Д.О. 883
Бондаренко Р.Н. 315
Бондаренко С.А. 1126
Бондарь А.Н. 267
Борзов Н.С. 449
Борисов А.А. 884, 885
Борисов А.М. 533, 549
Борисов А.Н. 268
Борисов В.Ф. 496
Борисов М.В. 764
Борисова Е.В. 1073, 1075, 1081, 1090, 1092
Борисова И.А. 534
Боровик И.Н. 107, 152, 161
Боровиков Д.А. 107, 152, 161
Бородай И.Ю. 663
Бородин В.В. 512
Бородин С.М. 780
Борозный А.А. 724
Бортаковский А.С. 707, 717
Борунова Т.И. 813
Босак Д.В. 660
Босалыго К.А. 820
Ботолов Н.И. 316
Бояркин М.Д. 1126
Боярский Г.Г. 598
Брехов О.М. 188, 207, 243, 252
Бритвин Н.В. 508
Бровкин А.М. 198
Брусникин П.М. 664, 672, 674
Брусов В.С. 26
Брызгалов А.И. 153
Брыкалов О.С. 813
Брыкин В.А. 802
Бубнов В.В. 1281, 1283
Будков А.С. 665
Бузикаева А.В. 665
Бузин В.М. 112
Бузин М.В. 317
Бузулук В.И. 42, 58
Букирёв А.С. 198
Булгаков М.С. 317
Булычев Д.М. 199
Бунас К.В. 703
Бунтов М.Ю. 5
Бураго Н.Г. 327
Бурдин Д.В. 85
Бурдин С.С. 699
Бурдина А.А. 1103, 1109, 1114, 1120
Бурдуковская Н.Н. 531
Бурдюг В.В. 283
Бурлаков С.В. 82
Бурлов В.Г. 198, 207, 473
Бурмистров М.Д. 725
Бурмистров С.И. 509
Бурмистров Ф.С. 1202
Буряковская А.А. 915
Бут А.Б. 573, 574, 725, 740
Бутакова К.А. 934
Бутко А.О. 63, 82, 291, 345, 353, 357, 374, 376, 377, 379, 382, 386, 390, 393, 399, 427, 438
Бутузова Ю.А. 1127
Быкова Э.О. 599
Бюллер А.В. 835

В

Вагин А.И. 318
Важенин Н.А. 528
Вай Я.О. 40
Валеева А.Р. 836, 876
Валынга С.О. 40
Вальков В.В. 318
Ванцов С.В. 273, 284, 288, 289, 290
Ванчурин М.Д. 1071
Варады Г.К. 581
Варфоломеев М.С. 812
Варфоломеева Т.Я. 1277
Васильев В.А. 1080, 1088
Васильев Д.В. 86
Васильев И.В. 1015
Васильев И.С. 765, 791
Васильев Л.А. 582
Васильев М.А. 200
Васильев Ф.В. 265, 270, 272, 274, 282, 285, 289, 290, 293, 297
Васильев Ю.Ю. 201
Васильева А.А. 1100
Васильева А.Г. 319
Васильева Д.В. 1277
Васильева Н.В. 1183
Васильева Т.В. 789
Васин С.С. 41, 42, 1078
Васин Ю.А. 613, 620
Васькова Е.А. 615
Васяева А.А. 600
Вафин Р.Р. 320
Ващенко С.Ю. 601
Вдовиченко К.К. 1203
Веденкин Н.А. 946
Веденская Т.Е. 1212, 1223
Ведищев А.С. 602
Ведяскина О.А. 666
Вельмакин Г.С. 986, 1128
Вельможко И.Н. 1162
Венгер О.А. 321
Вербицкая О.А. 1298
Вережан В.В. 269
Веремеенко К.К. 185
Веретенников С.В. 136
Верещиков Д.В. 21, 22, 24, 29, 86, 94
Вермель В.Д. 47
Версин А.А. 113
Вертопрахова С.Г. 322
Вершинин В.И. 626
Веселова В.В. 270
Ветрова П.В. 1162
Вечерин Я.А. 667, 685
Вечеринина Е.А. 1262
Викулин А.В. 109, 117
Викулин М.А. 304, 308, 314, 317, 334, 342, 344, 346, 347, 417, 419, 423, 430
Викулин М.Н. 373
Винничук С.В. 562
Виноградов В.И. 712
Виноградов В.Ю. 276
Виноградов Р.Е. 884, 885, 925
Виноградова А.А. 202
Вислогузов Е.Е. 86
Виссарионова Е.К. 154
Вишняков М.С. 535
Владимиров А.А. 766
Владимирова А.Р. 562
Владыченская Ю.В. 203
Власов А.В. 802
Власов И.В. 203, 233, 248
Власова М.С. 1146
Власова С.В. 1193, 1210, 1218, 1225, 1229, 1235, 1248, 1250, 1255, 1258, 1268, 1270
Вовк В.Ю. 1016
Вожегов Е.М. 323
Войнов С.М. 988
Войцехович Д.С. 114
Волгушев А.А. 767
Волк К.В. 9
Волков А.А. 112
Волков А.К. 204
Волков А.М. 510
Волков А.Н. 563
Волков Д.И. 889
Волков Е.В. 752

Волков М.А. 947
Волков М.И. 114
Волкова Е.Б. 1234, 1242, 1251
Волкова Н.П. 43
Волобуев Д.Г. 324, 421
Воловичева Н.П. 325
Волосов В.В. 270
Волохов В.М. 725
Волхонский А.Е. 78
Волчкова Д.С. 368, 668
Волынец Г.Г. 1213
Вольский С.И. 480
Воробьев А.Г. 155
Воробьев В.В. 638
Воробьёв Р.А. 511
Воробьева Г.Р. 196
Ворожцова А.С. 1204
Вороненкова К.В. 326
Воронин В.В. 668
Воронин О.А. 535
Воронин С.В. 882, 890, 919, 930, 952, 961
Воронина А.В. 204, 1129
Воронка Т.В. 20
Воронов В.А. 768
Воронова А.Н. 1017
Воронцова В.В. 581
Ворошилин А.П. 802
Ву Хонг Фук 496
Вулпе М.Н. 768
Выбрик М.Е. 159, 747
Вятков В.В. 95, 141

Г

Габдрашитов А.М. 669
Габдулхакова Э.А. 489
Гавва Л.М. 565
Гавриков А.Г. 919
Гаврилин К.Б. 181
Гаврилкин И.А. 144
Гаврилов Е.С. 255
Гагарин А.П. 255
Гаджибеков Т.А. 948
Газизова А.Т. 206
Гайнуллина С.В. 1204
Гайнутдинов В.Г. 14
Гайнутдинов Р.Р. 228
Гайсина А.Р. 769
Гайфутдинов А.М. 837
Галактионов М.В. 21
Галецкая И.М. 1269
Галимов Э.Р. 836
Галимова Н.Я. 871, 872, 876
Галиновский А.Л. 854
Галиновский А.Л. 830, 834
Галиуллина А.Р. 326
Галиханов С.К. 1205
Галицкий И.О. 725
Галкин В.И. 813, 818
Галкин Е.В. 58
Галкина Е.Е. 603
Галушка И.А. 886
Гамаюнов С.М. 536
Гамулина А.А. 1101
Гандилян Д.В. 948
Ганзен М.А. 814
Гапанькова Е.С. 627, 638, 658
Гараев Р.Р. 838
Гарипов М.М. 262
Гарпинченко М.А. 1278
Гаспарян Г.А. 1206
Гатилов Д.В. 627
Гафиатуллин В.А. 993
Гафиятуллина С.И. 839
Гафуров У.С. 726
Гафурова Д.Т. 1130
Гачегов Р.В. 752
Гвоздарев Р.С. 497
Гвоздев В.Е. 209, 229
Гвоздев Н.Д. 42, 58
Гвоздева О.Н. 924, 931
Гвоздкова Ю.Д. 770
Геворгян А.А. 391, 753
Гегель Л.А. 1173
Генералов А.А. 490
Генералов А.Г. 526
Герасименко А.В. 628
Герасимов А.И. 92
Герасимов А.Н. 155
Герасимов М.Ю. 100
Герман В.А. 327
Герман М.А. 887, 924
Гизатуллин З.М. 210
Гильмутдинова А.И. 1071
Гинзбург И.Б. 234, 235, 245, 655
Гирфанова А.Г. 772, 872
Гичунц Р.М. 736
Гладышев А.П. 670
Гладышев М.С. 1018
Глазков Г.А. 328, 374
Гливенко А.А. 773
Глушанкова В.И. 671
Глушенков В.О. 1207
Глушков И.И. 765
Глущенков В.А. 882
Гогаев Г.П. 115
Гогия К.А. 603
Гойкочеа Моралес 1245, 1275
Гойцак К.Б. 1019
Голдобина С.Ю. 328
Голенко Д.С. 511
Голованов К.С. 512
Головач А.М. 775
Головина Е.С. 6, 1020
Голубев Д.А. 330
Голубков Г.Г. 232, 450
Голубков С.П. 43
Гончар А.Г. 586, 618, 625, 873
Гончаров Е.Ю. 1208
Гончарова З.А. 1073
Горавский В.Д. 330
Горбачёв В.А. 231, 679
Горбачев И.В. 727, 728
Горбунов М.С. 87
Горбунова Е.А. 1208
Гордеев С.В. 168
Гордейчук С.Н. 1074
Гордейчук С.С. 1074
Горденчук В.Д. 949
Гореликов Л.Ф. 207
Горелов А.О. 297
Горецкая Н.Ю. 1209
Горланов А.А. 898
Горожеев М.Ю. 535
Горунов А.И. 765, 769, 789, 791
Горчаков А.Я. 331
Горюнов А.А. 451
Горяинов А.В. 244, 701, 740
Горячева И.Г. 966
Горячева Н.В. 1081, 1083
Грасько Т.В. 123
Графкина М.В. 634
Грачев Е.В. 1210
Гребенюк Е.И. 547, 553, 554, 555
Гребнева К.А. 332, 338, 425
Гречушкин А.Ю. 405
Грибанов А.Н. 789
Грибкова Л.А. 814
Григорьев А.В. 116, 333, 1143, 1145, 1149
Григорьев В.Г. 570
Григорьев Д.И. 629
Григорьев Э.С. 1211
Григорян А.К. 513
Гридасова А.А. 754
Гринёв А.Ю. 518
Гришина А.Ю. 20, 22
Гришина Л.А. 53
Гришова Е.А. 727
Гришова М.А. 728
Грозмани Е.С. 207
Гротова О.Н. 456, 463
Грумондз В.Т. 18, 27
Грунин А.Н. 109, 117
Грушин И.А. 920, 921, 925
Грущенко П.С. 334
Губин М.И. 208
Губина Д.А. 1131
Губкина А.С. 564
Гугина С.Ю. 1300
Гудзенко С.Г. 44
Гузанова А.Е. 75
Гузев Д.А. 44
Гулин В.В. 943, 950
Гуля А.С. 451
Гуляев А.С. 775
Гумерова Д.Д. 913
Гумерова Р.Х. 441, 452, 457, 458, 462, 464, 468, 477, 483
Гунькин А.М. 603
Гуреев И.И. 920
Гурина Т.А. 757
Гуркина Е.Д. 918, 922, 951
Гурта Е.Р. 1212
Гурченков А.А. 89
Гурьянов А.И. 146
Гурьянов М.С. 452
Гурьянова М.М. 138

Гурявичюс Й.А. 271
Гусаркин С.Н. 45
Гусаров А.В. 216, 220, 253
Гусарова Н.А. 41, 46
Гусев А.Л. 9, 13
Гусев Д.Е. 884, 885, 892
Гусев Е.В. 623, 627, 628, 632, 633, 636, 637, 643, 645, 652, 653, 658, 659
Гусев И.С. 1132
Гусейнов А.Б. 44, 67
Гусилетов А.А. 989
Гуслякова В.А. 191
Гуснин С.Ю. 358
Гуськова М.С. 1132
Гязова М.М. 1246

Д

Давлатов Н.Б. 150
Давлиева А.С. 209
Давыденко Л.В. 915
Давыдов А.Д. 1105, 1116
Давыдов Д.Н. 840
Давыдов Д.П. 953
Давыдов П.К. 100
Давыдов С.А. 951
Данаев В.С. 841
Данилова И.И. 335
Данилушкин В.С. 952
Дарибаева Н.Т. 1295
Дацкив М.В. 776
Дацко А.В. 629
Двинянинова Л.В. 889
Двойнева А.В. 1021
Дворников М.В. 608
Дворникова Т.В. 1022
Дворяк П.А. 145
Дегтяренко Р.А. 729
Дежин Д.С. 453, 459, 484, 486
Дежина И.Н. 453
Дембицкий Н.Л. 236, 260
Демидов А.С. 145
Демин Д.В. 889, 922
Демина Т.С. 834, 850, 858, 862
Демьяненко Е.Г. 734
Денискина А.Р. 1095
Денисов А.А. 513
Денисов А.М. 1013, 1024, 1042
Денисов В.И. 736
Денисов Д.П. 815
Денисова А.М. 1138
Денисова И.П. 191
Дербина С.В. 1195, 1206, 1240, 1241, 1246, 1257
Дерюгин А.С. 46
Десюкевич К.Ю. 953
Джаджарми М.М. 118
Джафаров Н.К. 1181
Димент Д.Г. 842
Дителева А.О. 537, 541, 543, 552
Дмитриев В.А. 336, 339
Дмитриев И.А. 1133
Дмитриев П.А. 736
Дмитриева М.О. 777
Дмитрий М.Ш. 617
Доброва Я.А. 1134
Добролежа В.Ю. 990
Добрянская И.А. 1102
Добрянский В.Н. 954, 971
Добычина Е.М. 499
Долгов О.С. 36
Долматова В.С. 991
Доманов В.И. 478
Домени А.С. 272
Домрина Е.В. 1187
Донецкая Е.А. 604
Доренская В.И. 604
Дормидонтов Н.Е. 730
Доронин Р.Х. 177
Дорофеева Л.О. 1134
Драгомиров Г.Д. 1213
Дроголова Е.Ю. 630
Дроздова Ю.С. 1103
Дружинин М.А. 273
Дрягин И.О. 235, 305, 537
Дубинец А.О. 955
Дубинина К.С. 700
Дубинский А.А. 624, 631, 635
Дубинский М.О. 1103
Дубов К.В. 509
Дубравин Ю.А. 941
Дубровина А.Р. 1213
Дуванов Д.С. 843
Дудинских А.В. 1023, 1065
Дудкин С.О. 664, 672
Дудченко А.А. 730
Думанский А.И. 309, 337, 407
Дуняшев Д.А. 1214
Дык Хань Чу 491
Дьяченко А.И. 596
Дюг А.Ю. 47
Дюстер А.А. 631
Дяченко С.А. 672

Е

Е Вин Тун 721
Евграфов А.Е. 632
Евланова О.А. 144
Евсеева М.В. 332, 338, 425
Евстигнеев Ф.С. 632
Евстифорова Д.В. 992
Егоров А.В. 730
Егоров Г.П. 737
Егоров Д.С. 22
Егоров Е.Н. 922
Егорова А.В. 627, 633, 658
Егорова А.Н. 209, 1129
Егорова В.А. 701
Егорова Е.И. 813, 827
Егорова Е.К. 383
Егорова Ю.Б. 894, 900, 935
Егорычев Р.О. 493
Егошин Е.О. 564
Ежов А.Д. 1260
Ежова Г.П. 1135
Екимовская В.А. 955
Елецкий А.В. 177
Елинсон В.М. 536, 544, 556
Елисеичев Е.А. 448
Елисейкин Е.И. 778
Ельников Р.В. 560
Емелин А.Е. 799
Емельянов А.В. 670
Емельянов В.Н. 965
Епанечников И.Л. 731
Епиков С.Т. 1136
Епифанцев М.А. 890
Еременская Л.И. 1117
Ерёмин А.Г. 147
Еремин А.М. 514
Ермаков С.А. 685
Ермакова Н.О. 844
Ермашкевич А.А. 155
Ермолаев А.А. 178
Ермолов И.Л. 681
Ермохин Е.А. 338
Еропкин А.М. 1094
Ерохин М.С. 1215
Ерохина К.С. 1044
Ершов И.А. 336, 339
Ершова Е.А. 118
Есипов Р.С. 912
Ефанов В.В. 679
Ефимов А.И. 340
Ефимов М.С. 488, 492
Ефремов А.В. 29
Ефремов В.А. 956

Ж

Жаринова Е.Г. 1213
Жарков М.В. 178
Жарков Р.В. 178
Жаров М.В. 811
Жданова В.А. 673
Желтова Ю.А. 633
Женевская И.Д. 701
Жеребцов Р.В. 731
Живирихин М.Л. 119
Жига Н.В. 341
Жигарев С.А. 732
Жидяев А.Н. 44, 77
Жилин Д.С. 1137
Жильцов А.А. 795
Жиров А.Ю. 429
Жоголев Д.А. 47
Жолтаева Ж.Е. 1296
Жуков А.В. 746
Жукова В.А. 1216
Жукова С.А. 876
Жуматаева Ж.Е. 1297
Журавлев А.С. 790
Журавлев О.С. 891, 908
Журавлева М.А. 1228
Журбенко А.С. 1217
Журбенко Н.Л. 1197, 1224, 1261
Журбина Е.В. 892
Журкина К.А. 1138

З

Забайкин С.М. 779
Заббарова Э.И. 845
Заболоцкий А.М. 529
Заводов А.В. 893
Заволокин И.А. 341
Завьялов В.В. 688
Завьялова Т.Г. 1275
Загаровский А.А. 957
Заговорчев В.А. 649, 656
Загуляев Д.В. 934
Задачин А.В. 453
Задворная В.В. 1024
Задорожный И.А. 23
Зайнуллин А.А. 454, 485
Зайцев В.В. 210
Зайцев В.Е. 745
Зайцев В.И. 816
Зайцев Е.А. 120
Зайцева Е.К. 342
Зайцева Е.С. 893
Зайченко А.А. 343
Заковряшин А.И. 519
Залеткина А.Д. 179
Замалетдинов Р.И. 780
Замогильный К.В. 1218
Занин К.А. 719
Затолокина А.Р. 1025, 1052
Затыбек Н.Н. 515
Захаренко И.В. 894
Захаров И.В. 668, 687, 692, 693
Захарова К.А. 993
Захарова С.Е. 1276, 1284, 1285, 1290
Захарченко В.С. 169
Зверев Н.А. 958
Зверева Л.К. 1139
Звонов С.Ю. 985
Згонник А.А. 572
Здорова М.В. 455
Зеленина А.Р. 1279
Зеленков А.С. 516
Зеленкова Э.Г. 517
Зелепугин С.А. 987
Землянский Д.Р. 24
Земсков А.В. 726, 951, 958
Земцова А.П. 846
Зенин К.И. 344
Зечихин Б.С. 460
Зиганшин Б.Р. 156
Зимина А.А. 88
Зиненков Ю.В. 112, 123, 135
Зинина А.И. 716
Зинина И.Н. 675
Зиновьев А.В. 846
Зиновьев Р.З. 344
Зиновьева А.В. 1075
Зиновьева Е.М. 1117
Зинченко А.С. 895
Зинченко М.Н. 345
Зияева Н.И. 121
Зиятдинова З.Р. 346
Змиевской Г.Н. 550
Золотов Д.В. 346
Золотухин И.С. 48
Зорина Д.С. 1219
Зотов А.А. 563
Зотов М.В. 1104
Зрячев С.А. 102
Зуб В.П. 674
Зубанов В.М. 157, 160, 164
Зубанова С.Г. 1237
Зубарев А.С. 211
Зубарев Г.В. 1140
Зубко И.Ю. 969
Зубкова В.Н. 1219
Зубов С.А. 89
Зубова А.А. 1220
Зуев Д.А. 632, 1221
Зулкарнеева Л.Ф. 895
Зырянов С.П. 150
Зырянов С.С. 565
Зюбанов Д.А. 49

И

Ибрагимов Д.Н 708
Ибрагимов Д.Н. 711
Ивакин М.В. 187, 212
Иванов А.В. 456
Иванов А.Е. 896
Иванов А.Л. 347
Иванов А.С. 675
Иванов В.Г. 1099
Иванов В.С. 175
Иванов И.А. 897
Иванов И.Д. 1141
Иванов М.А. 1136, 1166
Иванов М.В. 1297
Иванов Н.Г. 627, 697
Иванов Н.С. 455, 457
Иванов П.А. 213
Иванов С.В. 701, 710
Иванова А.А. 1141
Иванова А.С. 1222
Иванова Д.В. 1280
Иванова И.А. 1030
Иванова И.В. 1168
Иванченко Н.С. 301, 348, 440
Игнаткин Ю.М. 51, 65
Игнатов Д.О. 816
Игнатов С.В. 89
Идрисов Д.М. 958
Изгородин П.А. 145, 847
Измайлов А.А. 518
Измайлов Д.Т. 781
Измайлова Д.М. 1025
Илиеш Д.В. 539
Ильин А.О. 74
Ильин В.В. 582
Ильин В.Н. 340
Ильин Е.А. 273, 500, 743
Ильина М.Е. 1069, 1087
Ильинская О.И. 55, 797
Ильченко Е.Н. 675
Илясов А.И. 5
Инютин С.А. 426
Ионкин М.А. 349
Иосифов П.А. 522
Ипполитов А.О. 964
Ирбитский И.С. 735
Исаев А.М. 24
Исаев В.В. 274
Исаев К.А. 350
Исаев Н.А. 1105
Исаев Р.Р. 351
Исак Е.А. 1223
Исаков Р.Г. 475
Исламгазиев Р.Ж. 177
Исламгулова Э.А. 848
Исламов Р.С. 898
Исмагилов Ф.Р. 476
Иснадо О. 677
Исраилова Н.Н. 1224
Истомина Н.Л. 105, 660, 798

К

Кабалин И.Ю. 351
Кабанов А.С. 604
Кабирова А.Р. 49
Каверин А.С. 539
Каверина Л.В. 1027
Кавченко Е.В. 892
Кагарманов Ф.Ф. 913
Кадеров В.А. 457
Кадочников С.В. 817
Кадыкова А.А. 898
Кажан А.В. 8, 14
Казак А.В. 605
Казаков А.Н. 275
Казаков Г.Н. 491, 496, 528
Казаков С.О. 733
Казаков Т.Н. 352
Казанцева А.А. 1027
Казикян Т.А. 634
Казимарданов М.Г. 90
Казуров А.В. 865
Казьмина И.В. 1070
Кайыр А.Е. 1297
Калаев Д.Р. 1225
Калачанов В.Д. 998, 1001
Калачев О.Н. 775, 778, 809
Калашник А.С. 309
Калашников А.Е. 959
Калинкин П.А. 434
Калитанов Н.А. 353
Калошина М.Н. 1102, 1123
Калпина Н.Ю. 597, 606
Калугина Е.П. 122
Калязин В.Г. 170
Камалетдинова Г.Р. 599
Камалов А.Н. 849
Камалова Д.Ю. 1143
Камолова Д.Т. 1075
Камышников И.Н. 1029
Кандауров С.К. 117
Капкаев Э.Н. 214
Капранов В.А. 583
Капустин А.Г. 180, 703

Карабач М.Т. 354
Караванова А.Г. 959
Карамзина А.Г. 226, 229, 319, 346, 384, 427, 435, 669, 1071, 1088
Каранэ М.С. 702
Каратаева Е.С. 1154
Карачун О.Г. 703
Каргаев М.В. 51
Карепин П.А. 1077, 1091
Каримов А.Р. 276, 457, 471
Каримов Д.Р. 441, 458, 483
Карлов А.А. 657, 1122, 1226
Карпов А.П. 899
Карпович Д.П. 180
Карпухин Е.О. 494, 508
Картавых Н.С. 277
Карташов Э.М. 756
Картушина Н.В. 1234, 1271, 1273
Каршиев Н.Т. 278
Касаткин В.Г. 722
Касаткин И.К. 677
Касаткин М.М. 123
Касаткина А.О. 355
Каскинбаев А.Ф. 624, 631, 635
Касымов М.А. 1008
Каськов А.С. 127
Каткова Е.И. 356
Качайкина Е.С. 921, 924
Качалина М.А. 678
Качура А.В. 1227
Кашаев А.С. 267
Кашехлебов С.С. 357
Кашинцев В.С. 357, 363, 1249
Каширин Д.А. 168, 170
Кейно П.П. 314, 325, 331, 352, 359, 362, 364, 382, 387, 389, 390, 394, 415, 429, 432, 434, 1330
Кенжахметов Ж.Е. 278
Кизимов А.Т. 75
Киляшова Л.А. 850
Ким А.А. 1298
Ким В.П. 169, 170, 173
Ким Р.В. 671
Кимяев А.И. 683
Киньзякаева Р.А. 818
Кипиченко Д.О. 51
Киппин И.А. 817
Киреев А.А. 675
Киреев И.А. 572
Кириакиди С.К. 34, 62
Кириллин А.В. 805
Кириллов Е.А. 1143
Кирин Н.А. 214
Киселев Д.А. 518
Киселев Э.В. 1086
Киселева М.А. 636
Киселева О.А. 636
Кистровская Е.А. 1144
Китаев Л.Л. 754
Кичук А.В. 994
Кишов Е.А. 88
Кияшко В.С. 1076
Кладухин А.Н. 1143, 1145
Классен Ю.В. 215
Клейменов П.И. 111
Климанова В.А. 358
Климина И.С. 493
Климов И.С. 181
Клишин А.Н. 52
Клопков А.А. 182
Клопотов А.А. 945
Клочков К.А. 265, 279, 281
Клювак Р.В. 637
Клюшкин С.А. 123
Клюшников М.В. 863
Клявлина А.И. 960
Клягин В.А. 34, 60
Князев А.А. 748
Князькина В.А. 1077
Кобелева С.П. 984
Ковалев А.А. 995
Ковалев А.В. 359
Ковалев В.В. 853
Ковалев И.А. 540
Ковалев К.Л. 474
Ковалев Н.В. 755
Ковалев Ф.А. 584
Ковалева А.В. 1002, 1105
Ковалевич И.В. 1030
Ковалевич М.В. 68, 764
Коваль С.Н. 124, 1253
Ковальджи К.В. 1228
Ковкута А.В. 565
Ковригина К.И. 216
Ковтушенко Д.В. 90
Ковыдин С.А. 930, 961
Ковязин К.Е. 782
Коган Е.А. 1131, 1134, 1144, 1160, 1163
Кожантай М.Б. 1294
Кожевников Г.Д. 125
Кожевникова И.Д. 1195, 1222, 1233
Кожемякина А.Ю. 1146, 1229
Кожин В.В. 63
Козикова П.В. 1031
Козлов А.И. 1032
Козлов А.П. 541
Козлов И.С. 217
Козлов Н.А. 864, 869
Козлова А.С. 360
Козловцев С.А. 996
Козуренко И.А. 361
Козырев Н.А. 362
Колбасов В.Н. 1230
Колганов Л.А. 183
Колганов С.В. 1126, 1138, 1139
Колесник С.А. 866
Колесников А.В. 626
Колесников А.П. 248
Колесников А.Ф. 982, 986
Колесников С.А. 850
Колесникова Е.В. 615
Колесов К.А. 459
Колодяжная И.Н. 1296
Колокина А.В. 1281
Коломенцев А.И. 150
Коломийцев Н.А. 733
Комаров В.М. 446
Комаров Д.А. 130
Комаров И.О. 460
Комаров Р.С. 819
Комарова Ю.О. 1264
Комиссаров А.В. 218
Комлева В.А. 1147
Комова А.А. 1033
Комова А.В. 118, 126
Комова О.В. 118, 126
Конарева О.Д. 282
Кондаратцев В.Л. 703
Кондратьев П.А. 357, 363, 1249
Кондрацкий И.О. 545, 914
Кондрашева Н.Н. 988, 1002
Кондуров Ю.В. 53
Конкевич В.Ю. 816, 908
Конкина В.А. 1019
Коннин Р.Н. 1231
Коновалова В.Г. 1010, 1016
Коновалова Е.Д. 1198
Коновской А.С. 1299
Кононец К.С. 519
Кононова В.В. 146
Кононова И.С. 900
Коноплева В.М. 42, 1078
Константинов И.А. 1231
Константинов М 558
Константинова Е.П. 783
Коньюков М.Д. 363
Конюшков Р.В. 413
Коняхин А.Е. 901, 902
Кордонский И.Т. 672, 674
Коренчук К.Ю. 460
Корешков А.В. 783
Корнеев И.В. 542
Корнилов А.Б. 449
Корнилов Н.А. 53
Корнишов К.И. 997
Коробейников Е.В. 542, 546
Коробков М.А. 282
Коровин А.А. 1148
Королев А.И. 219
Королев Н.А. 784
Королев П.С. 283
Королев С.А. 896
Королева Е.А. 1034
Короленко В.А. 961
Корольский В.В. 1267
Коростин И.В. 566
Коротаева И.Э. 1200, 1253, 1267
Коротков А.И. 637, 1167
Коротун В.Л. 1201, 1214, 1264, 1274
Корсаков А.А. 679
Корчинский Н.А. 850
Коршунов А.В. 1184
Косарева М.А. 962

Косенкова А.В. 585
Косолапова А.Ю. 734
Костиков П.А. 392
Костиков Ю.А. 395, 413, 436
Костин П.С. 86, 97, 383
Костина М.В. 907
Кострулев И.М. 364
Кострыгина А.А. 1035, 1051, 1061
Косых О.И. 1096, 1178
Косых Ю.В. 1106
Косячкова Т.Р. 896
Котельникова А.Д. 1149
Котенко А.А. 704
Котенко А.П. 704
Котляр Д.И. 219, 442
Котляров Д.О. 566
Котлярова Е.В. 679
Котов В.В. 587
Котов С.А. 1056
Котова А.М. 284
Кохановский А.А. 735
Кошкин С.А. 365
Кошляков П.С. 220
Кравченко Н.А. 298
Кравченко С.В. 543
Кравчук Е.Д. 544, 556
Краев В.М. 1017, 1023, 1050, 1065, 1066
Крапивко М.И. 105
Красавин Е.Э. 1150
Красильщиков М.Н. 699
Краснов И.С. 434
Краснова Е.В. 785
Краус Д.Г. 268, 368, 488, 492, 499, 501, 503, 504, 727, 728
Краюшкин В.А. 275, 278
Крепышева Э.И. 461, 467
Кретов А.С. 1305, 1308, 1320
Кривов Я.В. 820
Крикун И.И. 55
Крит Б.Л. 545
Кругляева А.Е. 998
Крузман А.Р. 1150
Крунтяева В.С. 606
Крутиков П.В. 963
Крутов А.Г. 184
Крутских А.М. 903
Крылов А.А. 647, 651
Крылов А.С. 366
Крылова А.А. 1036
Крымова Д.Д. 221
Крюков В.Г. 163
Крючков В.В. 447, 460, 484
Кубатина Е.П. 1151
Кудряшов М.И. 786
Кудряшов Н.С. 894
Кузавлева В.Ю. 627, 633, 638
Кузин Е.В. 545
Кузин С.А. 8
Кузина А.А. 904
Кузнецов А.Д. 25
Кузнецов Д.И. 262
Кузнецов Е.Б. 99
Кузнецов И.М. 182, 184, 188, 1198
Кузнецов И.Н. 606
Кузнецов П.М. 211, 312, 351, 356, 361, 433
Кузнецов С.В. 948, 969
Кузнецов С.С. 56
Кузнецов Ю.В. 513
Кузнецова В.Е. 1152
Кузнецова П.А. 988
Кузьмина А.И. 366
Кузьмина Д.Д. 1037
Кузьмина М.Г. 368
Кузьмина Т.А. 852
Кузьминский А.Е. 1036
Куколин Р.А. 903
Кукушкин Д.Ю. 537
Кулага А.И. 1153
Кулагин Д.А. 57
Кулагин К.М. 999
Кулагин Н.Е. 722, 753, 754
Кулагина С.А. 184
Кулаков С.Ю. 1098
Кулепётова Н.Н. 1295
Кулиев А.И. 803
Кулик Ю.П. 70
Куликов И.А. 788
Куликова М.С. 1080, 1088
Куляс Н.С. 904
Куминова А.П. 638
Куприк Д.А. 159
Куприянов А.И. 505, 525
Куприянова Я.А. 852
Кураева К.Р. 1232
Куракин Д.В. 1081
Курган К.А. 945
Курицына В.В. 760, 782, 784
Курмазенко Э.А. 602, 621
Курмашева Л.Р. 853
Курнюшенкова А.Е. 1037
Курочкин Д.С. 41, 58
Куртаева Ф.Н. 910
Курынцев С.В. 768, 772, 838
Курьянова А.С. 858
Кутейникова Е.Н. 680
Кутепов И.Д. 5
Кутовая А.С. 1233
Кушваха Х.Н. 1277, 1286
Кушталов Д.В. 408

Л

Лавицкая Т.С. 9
Лавлинская А.Д. 1038
Лавров Д.И. 820
Ладыко М.А. 147
Лазарев Е.А. 368
Лакштовский И.А. 369
Ламзин В.А. 566, 582, 587
Ламзин В.В. 559, 562, 570, 572
Ланкин А.Б. 788
Лапин Б.С. 681
Лапир М.А. 94
Лапо А.А. 58, 1171
Лапшина Е.В. 1236
Лара А. 92
Ларин С.Н. 102, 963, 974
Ларина К.А. 640
Ларина К.Д. 607
Ларионов А.Е. 282
Ларионов М.Д. 905
Ларионова О.Е. 567
Ларионова Я.А. 1081
Ласкин В.А. 681
Латипов А.А. 462
Латыпов В.А. 463
ЛатыповА.Д. 1234
Лаушин Д.А. 60
Лашуков П.В. 854
Лебедев В.В. 955, 962, 975, 976, 977
Лебедева М.В. 368
Лебедева М.Н. 735
Левашов Е.А. 763
Левашов С.В. 804
Левченко Н.А. 1107
Левшов А.В. 1234
Левшонков Н.В. 6, 16, 17, 49, 694
Ледовская Ю.С. 964
Ледовских И.В. 745
Лезжова А.М. 1154
Лелицак В. 370
Лельков К.С. 187
Лемтюжникова Д.В. 303, 316, 350, 397, 401
Леонов А.В. 371
Лесконог Н.Ю. 1177
Лесневский Л.Н. 111
Лефтер В.Д. 593
Лещева А.С. 789, 791
Ли Сюеянь 854
Либаров В.А. 372
Лиджиев А.А. 906
Лизовчук М.В. 608
Липанов М.А. 907
Лисейцев Н.К. 51, 69
Лисин В.С. 520
Лисовенко Д.С. 983
Лихачев А.С. 521, 789
Лихачева Д.С. 609
Лихачева Т.Н. 185
Лихоманова А.А. 1135
Лобанов К.А. 609
Лобанова А.О. 586
Лобастов И.А. 641
Лобачев М.В. 60
Лобачев Н.А. 296
Лобачёв Н.Ю. 498
Логинов П.А. 682
Логинов Р.А. 11
Логинов Ю.Н. 978
Логинова В.М. 1235
Локтев М.А. 222
Ломакин А.Г. 705
Ломанов А.Н. 219, 360, 442
Лопаткин Д.В. 76
Лопина С.А. 1155

Лоскутов Д.И. 372
Лохов В.А. 373
Лукин А.В. 93, 176, 756, 964
Лукин В.В. 744
Лукин В.Н. 208
Лукичева В.Ю. 1156
Лукьянов С.Д. 642
Лунёв И.В. 1217
Лунева С.Ю. 741
Лунегов В.С. 891, 908, 912
Лутошкина А.Е. 159
Лыгина И.Ю. 285
Лызлов А.К. 61
Лысаков Н.Д. 1133, 1158
Львов М.В. 127
Любецкая С.Н. 380, 595, 723, 749
Любимов Ю.Ю. 464
Любимская Е.Р. 1108, 1194
Любимцева А.С. 1039
Любимцева С.В. 1106
Любичев Ф.Е. 908
Люторович С.О. 570
Лямина Е.А. 958
Ляпин Н.А. 693
Ляхов Е.Л. 499
Ляховецкий М.А. 125, 133, 903

М

Магсумова А.Ф. 839, 845, 849
Мадера А.Г. 365
Мадиярова Г.М. 856
Мазаев А.С. 179, 374
Мазный А.Г. 494
Майгуров М.В. 642
Макагонова В.Д. 374
Макаренко В.А. 94
Макаренков Н.С. 494
Макаров Д.С. 495
Макаров И.Д. 909
Макаров И.К. 341
Макаров Ф.В. 892, 931
Макарова В.А. 1230
Макарова К.И. 1236
Макарьянц Г.М. 588
Макашов А.А. 642
Макейкин Д.А. 1082
Макридин Е.Р. 736
Максимов А.Д. 157, 160, 164
Максимов А.Н. 222
Максимов В.К. 911
Максимов Н.А. 204, 209
Малашкевич И.А. 285
Малашонок С.В. 222
Маликов С.Б. 760, 762, 773, 786
Малиновский И.В. 224
Малиновский И.М. 127, 1241
Малишевский А.В. 1056
Малов Д.В. 148
Малыхина М.А. 1279, 1280, 1289
Малышев В.В. 174, 584
Малышева А.А. 1237
Мальцев А.А. 375
Мамаева А.Б. 1282
Мамкин Е.М. 1238
Мамонов А.М. 906, 922
Мамросенко К.А. 213
Манаенков Д.А. 964
Мананникова А.И. 856
Мандраков Е.С. 1083
Маньков В.Д. 473
Марахова Е.А. 128
Маркевич П. 26
Маркин А.А. 940
Маркин Л.В. 721
Маркин Н.Н. 10, 18, 20, 22, 27, 28
Марков А.В. 843
Марков Р.Ю. 62
Маркова Е.В. 110, 932
Маркова К.Ю. 736
Мартиросов М.И. 81
Мартынов М.А. 376
Мартынова Д.Е. 377
Мартынова Е.В. 1040
Марусяк Д.М. 1177
Марценюк Е.А. 224, 1153
Марчуков Е.Ю. 115
Масицев В.П. 1299
Маскайкин В.А. 567
Масленникова Г.Е. 1328
Масликова Е.П. 377
Маслов И.Д. 735
Маслов С.А. 568
Маслов С.В. 910
Мастюгин А.В. 1239
Матасов Н.А. 568
Матвеев А.А. 129
Матвеев Д.А. 378
Матвеева А.А. 1000
Матросова Е.А. 737
Матхаликов А.Р. 464
Матыцин А.А. 1129, 1153, 1158
Матыцин С.А. 33
Матюхин Д.И. 539
Матяш М.А. 1240
Маханкин А.В. 225, 310
Махров В.П. 567
Маценко А.С. 1083
Мачульский И.Н. 63
Машкова Д.А. 1241
Мевис Ф.А. 225
Медведев А.М. 269, 270, 277, 288, 293, 297, 298, 472
Медведев Е.Ю. 220
Медведцкова В.М. 545
Меднов А.А. 465
Меерсон А.Ю. 1196
Мезина Н.А. 1058
Мелин М.С. 821
Мелкова Е.П. 1157
Мельдианова А.В. 1211, 1219, 1254, 1266
Мельников А.А. 777
Мельников А.Б. 542, 546
Мельников А.В. 171
Мельников В.Е. 1328
Мельников Е.Д. 430
Мельников И.С. 834, 858, 1139
Мельников Я.К. 643
Мельничук В.Н. 581, 630, 645
Меньших Ю.А. 379
Мерзико И.Н. 226
Мерзликин И.Н. 595, 610, 611
Меркулов М.В. 379
Меркулов М.Ю. 1004
Мессинева Е.М. 640, 1076
Метельников А.А. 149
Мешанков Д.В. 1041
Мещеряков А.С. 380
Мещеряков Е.О. 130
Мигушин Ю.А. 103
Милованов А.Г. 738
Милованова Е.Е. 381
Минаев К.А. 382
Минасян В.Б. 285
Миненко В.Е. 585
Минин А.К. 161
Минин С.И. 868
Минченко А.Д. 127, 131, 1200, 1241
Мирзахамдамов О.М. 965
Мирзаханян Р.М. 382
Мирон С.К. 383
Миронов Д.И. 1283
Миронова Е.К. 1042
Мисников В.Е. 822
Митин В.Н. 27
Митрофанов С.Ю. 186
Митрофанова Е.В. 1263
Митрофанова Ю.А. 739
Мифтахова А.Р. 966
Михайлов А.А. 1009, 1027, 1033, 1039, 1040, 1044, 1049, 1051, 1061, 1066
Михайлов В.Ю. 503
Михайлов Е.А. 383
Михайлов И.Е. 717
Михайлов Н.К. 1242
Михайлов С.С. 1178
Михайлова Е.О. 1178, 1182, 1186
Михайлова Л.В. 1008
Михайловский К.В. 38
Михайлюк М.В. 323
Михаленко М.А. 1085
Михальченко В.С. 1242
Михеев В.А. 759
Михеев В.В. 187
Михрютин А.В. 967
Михрютин В.В. 967
Мишанова В.Г. 1057, 1059, 1082
Могдалев А.М. 644
Могучев М.Р. 1043
Моденова А.А. 466

Можгова Н.В. 756
Мозгалева М.А. 286
Мозжухин Д.А. 1243
Моисеев В.С. 816, 828
Моисеева Н.О. 214
Мокроусова А.И. 1001
Мокряков А.В. 324, 333, 343, 357, 363, 369, 391, 411, 421, 735
Молодницкий В.И. 547, 551
Молодшев Д.А. 1330
Молостов И.А. 461, 467
Молотков А.А. 748
Молчанова С.И. 307, 370, 378
Монастырская Е.В. 822
Монгуш Д.С. 76
Моргачев О.А. 790
Моргунов В.С. 610, 611
Моргунов Ю.А. 792
Моргунова А.А. 968
Морель Д.А. 162
Морозов В.А. 822
Морозов В.В. 56
Морозов В.Ю. 25
Морозов Д.С. 462, 858
Морозова А.В. 562
Морозова Н.П. 1179
Морщагина А.А. 1002
Морщагина В.А. 1002
Москалева А.Ю. 1043
Москалёва Ю.А. 1044
Москвичева Н.В. 1108
Мосякин Р.А. 1181
Мохвов В.С. 131
Мохов В.С. 1200
Мочалова Е.С. 287
Мочалова Ю.Д. 227
Моченов А.А. 582
Мошкова А.А. 645
Муравей Л.А. 706, 718
Муравка С.И. 63
Мурадова Н.М. 1045
Мусатов А.Е. 683
Мусина Д.А. 910
Мусина Е.Д. 1208, 1263, 1264
Мустафина А.Р. 384
Муфаздалов И.Р. 468
Мухамадеев И.М. 911
Мухамедиева Л.Н. 854
Мухаметов Р.Р. 283
Мухин А.О. 1213
Мухутдинов И.Л. 228
Мьо Тхет Наунг 64
Мьят Ко Ко Со 65
Мясникова Э.А. 611, 1171

Н

Набережнев П.А. 942
Нагмадинов М.С. 1299
Нагорная И.А. 134
Надежкина А.В. 1182
Надейкина Л.А. 248
Назаренко П.П. 1046
Назаров А.В. 531
Назина В.С. 360
Наймушина Е.С. 229
Наместникова А.И. 645
Нарышкин А.А. 382
Насыров Р.В. 200, 206, 214, 250, 320, 326
Насырова Р.А. 229
Науменко К.М. 558
Наумов А.В. 715
Нахшунова С.И. 646
Нгуен Ван Ту 496
Нгуен Ван Хиеу 684
Нгуен Динь То 495
Нгуен Кань Конг 496
Нгуен Нгок Линь 496
Нгуен Ныы Ман 184
Нгуен Хоанг Зуй 385
Небова А.А. 1086
Неборонов М.М. 706
Неверова Н.В. 1219
Недрогайлов С.П. 547
Некрасова Ю.Ю. 271, 291, 294
Немцев Д.В. 115
Немчинов О.А. 992, 1004, 1007
Немыченков Г.И. 707
Ненарокомов А.В. 578
Ненахов Е.В. 756
Ненашев Д.А. 132
Неретин Е.С. 664, 665, 672, 674, 675, 688, 733
Неспанова А.Д. 1244
Нестеренко В.Г. 127, 1241
Нестеренко Е.С. 767
Нестеров Д.М. 1158
Нетелев А.В. 578
Нетеса Д.Н. 386
Неудакин А.А. 522
Нехрест-Бобкова А.А. 1109
Нечаев Л.М. 917
Нечайкин И.С. 31
Низамаев Т.М. 969
Никеев А.Ю. 587
Никитенко И.А. 187, 212
Никитин А.В. 230
Никитин А.Д. 231, 942, 950, 955
Никитин В.А. 946
Никитин Е.А. 824
Никитин И.С. 940, 943, 956, 981
Никитин М.И. 9, 16, 17
Никитин С.А. 288
Никитин С.О. 65
Никитина Е.В. 828
Никиткина В.В. 1183
Никитченко Ю.А. 12
Никитюк И.С. 558
Никифоров А.Е. 1109
Никифоров О.В. 79
Никифоров С.А. 789, 791
Николаев А.А. 912
Николаев Е.И. 739
Николаев И.А. 133, 1046, 1047
Николаев П.Л. 309, 409
Николаев Р.К. 547
Николаева А.В. 739
Николаева М.А. 611
Николаева Ю.А. 1245
Николенко Т.Ю. 1118
Никольская Е.А. 1158
Никольский Д.В. 387
Никонов Ю.Ю. 232, 450, 1248
Никоноров А.А. 301, 388
Никуйко С.А. 497
Ницевич Г.П. 1246
Новиков А.А. 388
Новиков А.С. 1002, 1105
Новиков А.Ю. 341, 389
Новиков В.А. 548
Новиков Г.В. 859
Новиков Е.В. 66
Новиков И.Н. 118, 126
Новиков С.В. 1037
Новикова А.Л. 1111
Новикова М.А. 470
Новикова П.И. 390
Новикова С.К. 912
Новожилкин Н.М. 708
Новосельский В.Г. 461, 467
Нода И.Д. 709
Норов Д.А. 498
Носков Д.Д. 470
Носов Г.А. 67
Носов М.А. 250
Носырева В.В. 1246
Ночовная Н.А. 893, 932
Нуждина Е.Г. 612
Нужина А.Е. 1284

О

Оболенская Т.Г. 1048
Оболенский В.Ю. 685
Оболенцев Д.С. 647
Обухов В.А. 168
Овсянников Е.В. 1048
Овсянников Н.А. 805
Овсянникова О.А. 390, 438
Овчарова П.А. 902
Овчинников А.В. 899, 927
Овчинников Д.В. 792
Овчинников И.М. 288
Овчинников М.А. 549
Овчинникова Е.В. 495
Оганезова Я.А. 1049
Оганесян К.А. 569
Оделевский В.К. 636, 638, 653, 657
Одиноков С.А. 1074, 1083, 1089
Окатьев Р.С. 969
Олейник И.В. 1285
Олейников А.И. 852
Олешко В.С. 928
Омельчук Д.С. 391, 414, 753
Омельян Н.Г. 30

Ончуров Е.М. 82
Опара Ю.С. 19
Опрышко Н.В. 1120
Орестова П.М. 550
Орлов А.А. 913
Орлов А.И. 548
Орлов В.П. 516, 517
Орлова Т.И. 1248
Орынбасар Б.Г. 1293
Осипов А.А. 522
Осипов А.С. 792
Осипов В.В. 201, 241
Осипов И.С. 392
Осипова А.О. 988
Осипова В.А. 696, 700
Осипова Т.В. 522
Осокина Е.С. 134
Оспенникова О.Г. 886
Остер Д.А. 393
Остроумов И.С. 685
Остроухов Н.Н. 451
Осьмина К.С. 1202, 1205, 1207, 1238, 1259, 1261
Осяев А.Т. 1220
Охтинова Д.А. 289
Очиров Э.В. 393

П

Павленко Е.Д. 1112
Павлов В.Ю. 258, 318, 388, 393, 407, 436
Павлов Д.А. 1113
Павлов О.В. 394
Павлов П.В. 624
Павлова Н.В. 306
Павлюченко А.А. 25
Пагава Л.Л. 551
Падалко С.Н. 103
Падерно П.И. 371
Пак Сонги 570
Паламарь И.Н. 801, 804, 806
Палешкин А.В. 641
Палий М.А. 1159
Палтиевич А.Р. 831
Панасова Г.В. 914
Панкина Е.А. 915
Панков Н.А. 632
Пантелеев А.В. 702, 714, 715
Пантелеев Д.А. 502
Пантич В.Ж. 648
Панфилов Г.В. 970
Панченко Н.В. 1160
Парамонов Н.А. 824
Парафесь С.Г. 852
Париевский В.В. 120
Паруллин А.А. 793
Парфенов П.А. 709
Парфенова А.А. 649
Пархаев В.А. 188
Пархаев Е.С. 11
Паршин Ф.И. 860
Паршина П.В. 1114
Паршукова А.Н. 1087
Паткин Н.С. 289
Патрушев А.Ю. 825, 832
Патяев А.А. 499
Пахнутова Н.В. 987
Пахолкова Д.Д. 898
Пахомов Т.К. 667, 685
Пашин Т.П. 357, 363, 1249
Пашков И.Н. 822, 879, 926, 933
Пашков С.И. 68
Пашкова Д.В. 613
Певалкин А.В. 233
Пегачкова Е.А. 709
Пензин В.С. 649
Пенкин В.Т. 444, 453
Первых Г.В. 1249
Переверзев А.С. 916
Перекатов В.В. 1114
Перепечкин М.Е. 1050
Перепечко С.В. 395
Перминов А.Е. 764
Перушкин С.И. 1115
Першуков М.М. 917
Петлинская Т.В. 1116
Петраш Я.В. 396
Петренко А.А. 523
Петров А.А. 457, 471
Петров В.М. 698
Петров В.П. 1250
Петров Е.И. 234
Петров И.А. 829
Петров И.Н. 971
Петров С.В. 207
Петров Ю.В. 134
Петрова Ю.Е. 1286
Петросян Ш.Г. 235, 305, 537
Петрунина Е.С. 861
Петрухин П.В. 235
Петухов В.Г. 559
Петухов С.Л. 792
Петухов Ю.В. 938
Петухова О.С. 901, 918, 919
Петушкова А.В. 1161
Петушова А.Д. 1251
Печаткин А.В. 265, 273, 278, 279, 281, 500, 515, 743
Печенюк В.С. 69
Печко А.А. 1035, 1051, 1061
Пилипенко А.А. 94
Пименова Д.А. 397
Пироженков М.А. 1184
Пискарев М.С. 846
Пискунов М.А. 740
Питиримова В.В. 1288
Питрюк А.В. 1099
Пичугина А.Г. 1252
Пичужкин П.В. 604, 621
Платонов А.А. 184
Платонов В.И. 972
Плетнёва Т.Г. 1253
Плотникова Н.О. 472
Плохов Д.А. 473
Плющаков Д.В. 78
Поваляев П.П. 436
Подберезный А.В. 499
Подгузов В.А. 474
Подшибнев В.А. 686
Подъельская М.Д. 794
Поздеев И.А. 794
Поздеева Н.А. 1088
Поздняков К.Е. 288
Поздняков С.С. 33
Позняков А.Ф. 524
Поладьев А.А. 650
Полежаев А.К. 97
Полесский С.Н. 283
Полицын С.А. 330, 335, 396
Полицына Е.В. 311, 321, 322, 328, 355, 366, 381, 397, 406, 420, 439, 1256
Полищук М.В. 27
Полищук Н.В. 1152
Полищуков Р.М. 290
Полковский А.А. 795
Полозов Н.В. 76
Полуглазкова Н.В. 761
Полюхович М.А. 473
Поляков Е.А. 740
Поляков О.А. 815
Поляков О.Б. 570
Поляков С.В. 236
Полянская Л.В. 919
Померанцев С.В. 1254
Поникаров А.В. 769
Пономарёв С.Н. 70
Пономаренко А.Н. 710
Попов В.И. 1254
Попов Д.А. 613
Попов Д.В. 1255
Попов И.А. 176, 756
Попов И.П. 734
Попов С.И. 931
Попов С.С. 397
Попов Т.К. 399
Попов.С.И. 1311
Попова Е.В. 614
Попырина Т.Н. 862
Поречный А.С. 1256
Порохин В.А. 188
Порцева Е.Ю. 711
Поседко В.Н. 36
Поспелов А.А. 651
Потак А.Г. 1116
Потапова З.Е. 222
Поцелуев К.О. 970
Преображенский Н.Б. 684
Приймаченко Н.С. 71
Приладных Ф.А. 862
Притулкин А.А. 72
Приходько Д.И. 343
Прищепова Д.С. 1288
Проваторов А.С. 830
Прокопенко А.Д. 1289
Прокопенко Д.А. 898
Прокудин О.А. 971
Пронькин А.Н. 178, 192
Пронькина А.Е. 189

Просвирина Н.В. 1025, 1032, 1037
Просвирнин Д.В. 905
Проскурина И.П. 587
Простотина Ю.В. 1189
Просунцов П.В. 576
Прохоров И.А. 551
Прохорова В.С. 1025, 1052
Прохорова Е.П. 1107
Прохорова М.А. 863
Прохорчук К.В. 956
Проценко С.Д. 399
Птицына В.С. 1080, 1088
Пугачёв Ю.Н. 57
Пунтус А.А. 99, 752
Путилов А.А. 237
Путкин А.С. 566
Пучков А.А. 1185
Пушкарев М.Д. 1003
Пушкарева М.Б. 990, 991
Пчелинцева В.Д. 1089
Пыриков М.Д. 652
Пыхалова Э.А. 652

Р

Рабинский Л.Н. 968
Рагулин И.А. 28
Радин Д.В. 588
Радчиков А.Д. 741
Радько А.А. 1053
Раева В.В. 1275
Разбойников В.Г. 74
Раздобарин К.А. 31
Разживин В.А. 971
Размыслов И.Ю. 1090
Райман А.А. 686
Рамазанов Р.Ф. 73
Рамазанова Д.Р. 589
Раскатов И.А. 712
Ратенко О.А. 134
Ратькина Д.С. 1090
Рахметов И.А. 278
Рахмилевич И.Е. 290
Ревенко К.А. 29
Ревизников Д.Л. 199, 227
Ревина В.Д. 238
Редько М.Ю. 400
Резник С.В. 575
Резниченко В. 1315
Резниченко Г.М. 835
Рекун В.О. 190
Ременникова И.А. 1124, 1130, 1156, 1232
Ремизов А.Е. 119, 134, 139
Ремизов И.А. 95
Ремчуков С.С. 796
Ретивов Е.Н. 1054
Решетников Д.А. 687, 692
Ридли А.Н. 713
Ридли М.К. 239
Рипецкий А.В. 219, 802, 808
Роганова О.С. 688
Рогинская Л.Э. 465
Рогов Н.В. 847, 877
Родина Е.А. 1290
Родионов А.В. 130
Родионов Г.М. 1257
Родионова А.С. 864
Родченко В.В. 577, 624, 629, 631, 633, 635
Рожанский Н.Д. 1300
Роженко В.С. 291
Романадзе Е.Л. 1055
Романенков А.М. 225, 301, 310, 315, 336, 339, 372, 388, 399, 400, 414, 709, 724
Романов В.И. 401
Романов Д.А. 928
Романов М.А. 29, 1165
Романов М.М. 552
Романов П.В. 972
Романова А.Р. 769
Ромашко А.С. 564
Роменский Е.А. 571
Ростомян А.А. 1162
Рубанникова Ю.А. 934
Рубанова А.И. 1004
Рубцов Е.А. 221, 521, 523, 524
Рубцов И.А. 864, 876
Рудаков И.А. 752, 754
Руденко Е.А. 705, 718
Руденко П.И. 401
Рукавичкин Н.А. 860
Рулева В.Г. 1117
Русанов Д.В. 474
Руснак В.И. 741
Рустамов Ю.М. 1056
Ручинский В.С. 85, 978
Рыбак М.И. 1300
Рыбаков В.А. 191
Рыбаков Л.В. 1198
Рыбакова Л.В. 1060, 1252
Рыбников С.И. 179, 186
Рыжков И.С. 383
Рыжов Б.А. 475
Рыжов В.С. 402
Рыковский А.О. 742
Рылев И.Б. 589
Рылева Е.С. 590
Рысаева Л.Х. 960, 973
Рыхлов М.В. 1057
Рябинкин М.С. 191
Рябчикова М.В. 403
Ряховский А.П. 824

С

Саввин И.С. 240
Савелов А.А. 1231
Савельев А.С. 688
Савельев С.А. 74
Савельева В.С. 714
Савилкин С.Б. 473, 530
Савин Д.В. 865
Савкин А.В. 191
Савостин Д.С. 906, 920, 921, 925
Савушкина С.В. 879, 914
Савченко А.Ю. 198
Садиков Д.А. 737
Садковская Н.Е. 235, 295, 1112
Садовская Е.В. 525
Саенко М.А. 1211
Сажин А.Н. 38
Сазонов М.В. 1163
Сайбулаев М.А. 241
Сайдулаева В.Ю. 1301
Сайфуллин Н.М. 1301
Саламов Х.Т. 404
Салиенко Н.В. 862
Салимов Г.Ю. 242
Салин В.А. 757
Салихов М.Р. 526
Салтыков А.В. 889, 922
Сальников А.В. 135
Самарин А.В. 1091
Самедов Ш.Э. 405
Самохин А.А. 406
Самошкина Д.Д. 577
Самсонов М.А. 1057
Самсонов Н.А. 963, 974
Самсонович С.Л. 680, 686
Санакина С.А. 291
Сандипутра Д.А. 10
Сапунов М.Д. 407
Сапунова А.П. 715
Саркисян И.А. 653
Саттаров А.Г. 156
Саушкин Б.П. 785, 794
Сафина Л.Р. 974
Сафиулина В.В. 1058
Сафронов А.В. 975
Сафронов Д.П. 104
Сафронов К.А. 1118
Сафронова В.А. 1291
Сахарчук В.В. 273, 500, 743
Сахитжанова А.С. 1303
Сашин А.П. 1258
Сашина А.А. 293
Саяхов И.Ф. 476
Свиридов М.Г. 572
Свиридова Е.Ю. 648
Сгибнева К.А. 1304
Седов Е.В. 572
Селезнев А.М. 553
Селезнёва Д.А. 976
Селиванов И.А. 96
Селиванова В.А. 666, 689
Селиванова О.С. 866
Сельвесюк Н.Л. 783
Сельцова С.А. 653
Селянова И.А. 403
Семенишен А.А. 243
Семенков М.А. 244
Семенов А.Н. 768
Семенов Г.Е. 317, 404, 408, 411, 419, 821
Семёнов М.А. 86
Семенова Т.Б. 309, 337, 407
Семенчиков Н.В. 11

Семина А.П. 1009, 1015, 1034, 1043, 1055, 1063, 1119
Сергеев А.В. 527
Сергеев М.Н. 163
Сергеев Н.М. 615
Сергеева Н.И. 11, 1163
Сергей Л.П. 742
Сергиенко В.В. 737
Серебряков М.А. 408
Серебрякова В.А. 1259
Серебрянский С.А. 37, 74
Серебряный Д.Э. 677
Серединов Б.А. 1260, 1267
Сержантова Г.В. 897
Серикбаева Ж.К. 1297
Серов М.М. 825, 832
Серпичева Е.В. 616
Сивоплясова С.Ю. 988, 1006, 1054
Сивцов В.А. 409
Сидоров Л.Г. 1157
Сидорова А.И. 826
Сидорова И.М. 1132, 1155
Сидорович К.В. 30
Сидорчук В.П. 738
Сидорычев В.А. 501
Сизов А.А. 1301
Сизов П.В. 195, 197, 217
Сикриер А.В. 1120
Силаев А.Е. 1190
Силетских Д.А. 1108
Силетских Н.Р. 1108, 1194
Силуянова М.В. 139
Симонов А.П. 409
Симонова А.О. 1261
Симонова Д.Ф. 1252
Синявская Ю.А. 677, 692
Сиротинский Е.А. 502
Ситкевич Е.О. 1186
Ситкевич Н.В. 1127
Скворцов Е.Б. 41, 46, 1078
Скворцов М.С. 11, 1164
Скворцова А.А. 977
Скворцова Е.Г. 410
Скворцова С.В. 887, 895, 896, 898, 913, 924
Скиданов С.Н. 39, 45
Скиданова Е.В. 293
Склизков К.А. 1261
Скляров Н.А. 411
Скобелев Е.М. 616
Сковородкин Е.А. 136
Скородумов С.В. 349, 421, 713
Скрипник В.С. 411
Скрипник Е.М. 617
Скубов Д.Ю. 93
Славин В.С. 1145
Слезов С.С. 906, 922
Слепова А.Ш. 1302
Слепцов В.В. 537, 540, 542, 546, 557
Слесарева Д.С. 1262
Слобожанина Е.А. 1059
Слугина Д.И. 978
Слюсарев А.А. 867, 875
Смагин Д.И. 997
Смелик А.В. 806
Смирнов А.А. 74
Смирнов В.Г. 994, 996, 999, 1003, 1004
Смирнов В.С. 654
Смирнов П.В. 477
Смирнов С.А. 12
Смирнова А.М. 1164
Смирнова А.С. 1187
Смирнова Д.Л. 923
Смирнова Е.А. 898, 919, 924, 929
Смирнова И.М. 912
Смирнова Н.А. 75
Смирнова Т.С. 1018, 1046, 1047, 1048, 1062
Смородин Ф.К. 81
Смыков А.Ф. 820
Смыков Г.В. 192
Смышляев О.Ф. 13, 14, 17
Снегирёв И.В. 978
Снегирев М.В. 76
Снегирев С.А. 412
Собеневский А.П. 413
Соболева Э.И. 1000
Соболь В.Р. 89, 629
Советников Я.Н. 591
Содиков Ш.З. 163
Создателев А.С. 414
Соколов А.В. 824, 831
Соколов А.С. 979
Соколов Г.В. 77
Соколов Д.А. 172
Соколова И.А. 478
Соколовская А.Н. 797
Соловьев А.С. 895, 924, 925, 1059
Соловьев И.Н. 482
Соловьев М.С. 95
Соловьев Н.Г. 300
Соловьев Т.А. 479
Соловьев Ф.А. 245
Соловьева И.В. 915
Соломахин Н.И. 879
Соломенцева П.В. 744
Соломинов В.М. 391, 414
Соломонов К.Н. 980
Соломонова А.К. 980
Соляев Ю.О. 954, 961, 971
Сопин Я.О. 136
Сорокин А.Е. 989
Сорокин Д.А. 480
Сорокин И.Г. 341
Сорокина А.А. 14
Соседова О.С. 246, 894, 935
Соснов О.Р. 568
Сотников А.В. 368
Сотникова Е.В. 607, 614, 619
Сошников Д.В. 239
Союзов А.П. 415
Сперанский К.А. 884, 885
Становская Я.В. 715
Старостина Е.А. 835
Старчаус В.С. 416
Старчаус И.С. 417
Степанов М.А. 926
Степанова А.С. 481
Степин Е.А. 592
Столяров Я.В. 187
Столярчук В.А. 232, 450, 731, 732
Стратула Б.А. 981
Страшнов Е.В. 323
Стрекоз А.В. 745
Стрелец Д.Ю. 72, 73
Стрельников Н.А. 466
Строгонова Л.Б. 598, 600, 601, 603, 606, 609
Струкова А.В. 1290
Студников П.Е. 1126
Субботин Д.Н. 141
Суворов А.В. 613
Суворов А.Н. 797
Суворов А.С. 573
Суворова А.Р. 654
Судаков Д.А. 503
Сударева А.А. 294
Суздальцев И.В. 257, 259
Сукманов И.В. 573
Сулин А.А. 736
Султанов Н.И. 295
Сунцев В.В. 418
Сунцова А.С. 690
Супрун А.С. 23
Сурвило Ю.В. 33
СурженкоА.С. 1263
Суркова Е.В. 1098, 1103, 1115, 1116
Сурудин С.В. 971
Сухарев А.С. 745
Сухно А.А. 1150
Сухно А.А. 1128
Сушкин А.С. 1060
Счастливцев В.В. 938
Сыровецкий Ю.А. 419
Сыроежкин Е.В. 264
Сыромятников А.Д. 163
Сысоева Е.В. 1004
Сысуев Д.И. 246
Сычёв М.И. 511

Т

Табаков Е.В. 716
Тагиров А.Р. 247
Тагиров А.Ф. 891, 908
Тажетдинов И.Р. 1165
Тананаева А.М. 503
Тараненко А.В. 1288, 1291
Таранов А.А. 717
Тарасенко А.С. 807
Тарасов В.И. 295
Тарасова В.Н. 1046
Тарасова Г.Н. 1161
Тартачная Д.С. 369, 553
Татарников Д.В. 490

Тахтамышев И. 13, 14, 16
Ташпиков В.И. 248
Тверкаева А.Э. 808
Темнов А.А. 399
Темченко В.С. 494, 507
Тен А.Ч. 1120
Теплов Ю.А. 1231
Тептеева Е.С. 982
Тераганов О.А. 78
Терентьев М.Н. 215, 642
Терехин А.В. 910
Терёхин Н.В. 827
Терехова А.С. 126
Терехова В.В. 1264
Терещенко К.В. 703
Терещенко П.А. 982
Тёркин И.М. 242
Терновский В.В. 372
Теряев Д.А. 131
Тетеревенков Д.А. 868
Тимофеев А.А. 79
Тимофеев И. 828
Тимофеева А.А. 419
Тимофеева К.Р. 138
Тиняков И.А. 110
Типалин С.А. 964
Тирон Н.А. 23, 24
Титов А.М. 691
Титов Д.М. 562
Титова Е.И. 296
Тихонов А.В. 1121
Тихонов А.И. 1012, 1020, 1022, 1041, 1048, 1064, 1068
Тихонов Г.В. 1119
Тихонов К.М. 661, 678, 690
Тихонова Д.А. 420
Тихонова И.В. 880, 936
Тишин Н.А. 421
Тишков В.В. 662
Ткаченко В.Г. 983
Токарев В.А. 735
Токарева Е.М. 1147
Токтамысов С.Ж. 159, 166
Токунова А.А. 1035, 1051, 1061
Толкачев В.И. 673
Толкачев И.А. 698
Толмачева А.А. 1062
Толстопятов М.И. 172
Толстых С.П. 481
Томашевич А.М. 1166
Томашевский А.С. 81
Тонаканян К.А. 1062
Торицын А.С. 139
Торишный Р.О. 1264
Торпачев А.В. 40, 569, 589, 590, 591, 650
Точилин З.А. 927
Точилин С.А. 554
Точилкин Н.Е. 691
Трасковецкая Д.В. 798
Трахман Р.А. 1265
Третьяков П.А. 16
Третьякова О.Н. 748
Трехперстов К.Н. 421
Трифонова А.А. 1081
Троицкая В.П. 482
Трофимова А.С. 1092
Трохимчук Е.В. 248
Трошкин В.А. 504
Трубников А.А. 687, 692
Трубников А.С. 57
Трусов П.В. 979
Тугушева Д.Р. 250
Тудос Д.Г. 1063
Тузиков С.А. 564
Туйгунов А.З. 250
Туленков А.М. 422
Тун Лин Хтет 869
Тунян А.Г. 692
Тупицын А.В. 693
Туркин И.К. 564
Тучак С.А. 792
Тучина И.О. 297
Тюльпакова М.А. 423
Тяпкин П.С. 528

У

Угринович С.Б. 1093
Узакова О.Э. 1266
Уколов А.П. 423
Уколова Л.Е. 1278, 1282
Уланов А.А. 1064
Уланова Е.С. 789
Ульшин С.В. 33
Унру П.П. 256
Уразаев Е.Е. 1302
Уразбахтин Ф.А. 154
Урванцев Е.В. 828
Урманова Л.Э. 1192, 1204, 1239, 1266, 1272
Уруджев А.М. 97
Урюпин И.В. 717
Усачева Н.В. 505
Устинов А.А. 869
Устинов К.Б. 948
Ушаков А.М 1307
Ушинский Н.В. 424
Ушкар М.Н. 488, 502, 508

Ф

Фадеев Е.П. 983
Фадеев М.М. 332, 338, 425
Фалалеев С.В. 108
Фалина Д.А. 426
Фам Хю Хоанг 528
Фаррахов Д.Р. 295
Фатеев К.С. 592
Фатеев С.Р. 655
Фатихова Э.Р. 1065
Фаткуллин А.Р. 871, 872
Фатхинурова И.Ф. 251
Федоркевич И.А. 49, 53, 733
Федоров А.А. 819
Фёдоров А.В. 928
Федоров Д.И. 252
Фёдоров Е.Ю. 443, 485
Фёдорова Н.В. 559, 587
Федорцов Р.С. 829
Федотикова М.В. 555
Федотова М.А. 1014, 1021, 1025, 1031, 1043, 1045, 1052, 1053, 1057, 1059, 1067, 1113
Федотова П.И. 872
Федулов В.И. 1035
Федулова А.Н. 1203
Федюнин Д.А. 637, 1167
Фертиков А.О. 139, 1151
Фетисов А.Г. 611, 844, 1093
Филимонов А.Б. 379, 440
Филина А.Е. 544, 556
Филинов Е.П. 128, 129
Филиппов Е.И. 297
Филяков А.Д. 928
Фисенкова Д.В. 924, 929, 951
Фокин О.С. 479
Фомин В.М. 984
Фомина А.С. 1066
Фоминых А.Р. 1255
Фомичев А.О. 794
Фомичева Н.Б. 883, 903
Формалев В.Ф. 729
Фоченков А.И. 809
Фролов С.Д. 656
Фролова А.Б. 872, 876

Х

Хабаров А.А. 179
Хабибуллина И.Ф. 427
Хаваев М.А. 427
Хаджаев З.Ш. 1006
Хайдаров Д.Р. 9, 13, 16
Хайруллин А.Р. 9, 14, 17
Хайруллин И.Х. 445
Хайруллина Л.Р. 81
Хайрушев Д.А. 657
Халикова А.А. 985
Халимов А.И. 593
Халитов Т.М. 483
Халиулин В.И. 861, 874
Хамадов Р.Р. 643, 657, 1122
Хамидуллин О.Л. 837, 856
Ханов А.С. 193
Харин А.А. 893, 1101
Харитоненков А.И. 318, 344, 354, 416, 428, 431
Харитонов А.К. 618
Харитонова Е.Н. 1007
Харламов Е.В. 746
Хартов С.А. 168, 170, 171
Харченко В.К. 31
Харченко Р.В. 141
Хаустов А.И. 598
Хачикова Н.А. 253
Хван А.В. 104
Хейн Тай Зар Тин 1328
Хижевский В.В. 429
Хиль С.Ш. 518
Химий И.В. 429

Хоа Ван Донг 854
Ходненко М.И. 688
Ходукин Р.А. 430
Холостова О.В. 751
Холяков А.Е. 618
Хомутская О.В. 288
Хомякова Н.В. 797
Хопин П.Н. 794, 809
Хорев Т.С. 212
Хорошилов А.А. 238
Хорошко А.Л. 428, 430, 431
Хорошко Л.Л. 428, 431, 432
Хохлов А.В. 873
Хохлов К.А. 432
Хренова Н.М. 1066
Хромов А.С. 747
Хуббатуллина А.Н. 813
Худова А.А. 874
Хунузиди Е.И. 1075

Ц

Цап Т.В. 194, 254
Цекавый Ф.П. 432
Целищев К.Н. 98
Цивильский И.В. 731, 793
Цуканов В.В. 923
Цыпленков Л.С. 374
Цырков А.В. 330
Цырков Г.А. 46, 202, 328, 338, 366, 375, 410, 418
Цырков Г.В. 330
Цюхова П.И. 1266
Цюцюра С.Ю. 58

Ч

Чавкина А.Ш. 1188
Чайка Н.К. 1100
Чалов А.Ю. 619
Чаплыгин К.К. 890, 930
Чебаков Е.В. 578
Чебатко М.И. 218
Чебенева Е.А. 255
Челпанов А.В. 246, 250
Челышев А.А. 748
Чемоданов В.Б. 181
Ченцов 983
Червяков В.И. 1249
Черданцева Е.Д. 645, 657
Череватенко Н.И. 82
Черемушкин Г.А. 620
Черепанов Д.А. 511
Черкай А.Д. 224, 326, 348, 405, 736
Черкасов А.Н. 136
Черненок Д.В. 931
Черникова Е.А. 1094
Черникова Е.Б. 529
Чернов Н.С. 447, 484
Чернова М.О. 1189
Чернова Т.А. 87, 306, 409, 437
Черноглазов П.А. 910
Черноморский А.И. 187
Черный С.П. 665
Чернышева Г.Н. 104, 106, 1114
Чернышов Л.Н. 237, 240, 412
Черняев А.В. 770, 1085
Черняева Е.В. 1208, 1243, 1244
Черняков И.В. 255
Чернятин Г.Л. 105
Черняховская Л.Р. 251
Черыгова Е.Е. 715
Четверикова А.В. 809
Чечуга А.О. 932
Чжо Зо Лвин 557
Чжо Мьо Хтет 830
Чжоу Жуи 559
Чибисова Е.В. 422
Чикучинов Е.М. 484
Чирикова О.Б. 1140
Чубенко Т.А. 157, 160, 164
Чувиляев О.В. 454, 485
Чудин Д.А. 831
Чуланов А.А. 486
Чумакова Е.В. 312, 363, 414
Чуманов Н.А. 1266
Чунина М.Е. 1067, 1068
Чунтул А.В. 84
Чураков Н.Д. 693
Чуркин М.А. 570
Чуфирин В.А. 672
Чуфирин И.А. 1228

Ш

Ша Мингун 142
Шаблий А.Д. 433
Шаблий Л.С. 148
Шабуров П.О. 16
Шавелкин Д.С. 32
Шайдаков В.И. 63
Шайкин Р.О. 181
Шайхутдинова Г.А. 768
Шакизадаев Б.Б. 1302
Шакирзянова Н.Ш. 454
Шакишева Л.Г. 1303
Шаков Н.В. 1267
Шаламова Л.Ф. 1185
Шалопанова О.А. 1268
Шамин В.А. 256
Шандров В.Б. 799
Шандура К.А. 434
Шанин В.И. 553
Шанкибаева Ж.Т. 1293
Шапагин А.В. 840
Шаповалов Р.В. 631, 644
Шаповалов Ю.В. 224
Шараковский А.А. 718
Шарапкин Д.С. 932
Шарапкина Е.А. 1008
Шарафеев И.И. 257
Шарафиев А.Р. 435
Шарафутдинова Р.А. 694
Шаргаев Е.О. 933
Шариков Д.В. 436
Шаров К.И. 867, 875
Шаронов И.Е. 193
Шаталин А.А. 864, 876, 929, 951
Шаталова Е.Л. 1123
Шатохина А.В. 1095
Шаукенова К.С. 1304
Шаяхметов А.А. 871, 876
Швед Д.М. 612
Шведов А.В. 536
Швець В.С. 1168
Шеваль В.В. 682, 683, 688
Шевгунов Т.Я. 493
Шевелёва А.А. 620
Шевкунов В.А. 1269
Шевцов А.В. 1132, 1146, 1148
Шевцов В.А. 509
Шейпак О.А. 1217
Шелехов Д.А. 33
Шелков К.А. 166
Шелков Я.Т. 82
Шелудченко А.П. 718
Шемонаева Е.С. 807
Шепелюк М.Ю. 498
Шестернин Д.С. 594
Шестернина А.А. 560
Шестопалова О.Л. 1294, 1300, 1301
Шигапов Р.Р. 127
Шилов Е.А. 173
Шин С.Д. 1193
Шиндель М.А. 530
Шипилов Д.В. 272
Шипко В.В. 193
Шипунов В.В. 953
Широков А.А. 486
Широков А.И. 1270
Шитяков К.Д. 83
Шихин С.М. 719
Шишов Д.М. 287
Шкарубо С.Н. 1027, 1143
Шкобин Н.А. 436
Школьникова А.С. 1190
Шленский А.Г. 820
Шляпников Е.Д. 1169
Шляпцева А.Д. 824
Шляров В.В. 934
Шмачилин П.А. 520
Шмырова А.В. 935
Шомов А.И. 5
Шубина М.А. 633, 638, 658
Шувалов Р.С. 99
Шугурова К.В. 531
Шулаков К.А. 155
Шульга Г.М. 84
Шульга Т.Ф. 437
Шумихин Т.А. 652
Шураев Ю.А. 831
Шуржунов Н.В. 1271
Шустов Н.Ю. 1272
Шустров Т.Л. 621
Шуть А.В. 258
Шутько А.П. 678
Шушакова М.М. 1273

Щ

Щеглова Е.О. 722
Щекочихин В.В. 657, 1122, 1164, 1167, 1169
Щелкун В.А. 298
Щелоков С.Л. 986
Щепанов Д.С. 1274
Щербаков А.А. 568
Щербаков А.В. 531
Щербаков А.И. 390, 438
Щербаков В.С. 749
Щур П.А. 542, 544, 546

Ю

Югай П.В. 739
Юдин В.А. 799
Юдин В.Н. 510, 513
Юдин М.Л. 1096
Юлдашев А.Р. 531
Юн Сон Ук 578
Юнусов Н.А. 298
Юнусов Р.Ф. 143
Юрасова Д.С. 621
Юрин В.Н. 776, 790
Юрченко Н.В. 60, 1150, 1163, 1164, 1165

Я

Ягудин Т.Г. 901, 902, 918, 919, 929, 951
Яковлев А.А. 124
Яковлев Д.Р. 259
Яковлев К.В. 264
Яконюк А.Ю. 877
Якурнова К.А. 58, 109, 611, 1171
Якуш С.Е. 153
Якушев А.А. 260
Ямалов И.И. 481
Янина-Ходакова В.М. 439
Янов Д.В. 987
Янов С.А. 301, 348, 440
Ярилов П.А. 659
Яровицкая А.А. 936
Ярославцев Н.Л. 796
Ярославцева М.М. 574
Ярошенко А.С. 825, 832
Ясенцев Д.А. 507, 514, 527
ЯстребоваА.И. 1275
Яценко Е.А. 300
Яцкий М.А. 99
Ященко В.Е. 106